



Escola Politècnica Superior  
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# TREBALL FINAL DE GRAU

**TÍTOL:** Sistema energètic sostenible i autosuficient d'un habitatge a Olot

**AUTOR:** Oso Rosanes, Guifré

**DATA DE PRESENTACIÓ:** 25 de Juny 2019

**COGNOMS:** Oso Rosanes

**NOM:** Guifré

**TITULACIÓ:** Grau en enginyeria mecànica

**PLA:**

**DIRECTORA:** Espinosa Hernández, Isabel

**DEPARTAMENT:**

**QUALIFICACIÓ DEL TFG**

**TRIBUNAL**

**PRESIDENT**

**Gutiérrez, David**

**SECRETARI**

**Martin Raya, Oscar**

**VOCAL**

**Diaz Bolderas, Marta**

**DATA DE LECTURA: 03- 07- 2019**

**Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: X Sí ☐ No**

## RESUM

Aquest projecte té com a objectiu principal l'estudi de viabilitat d'un sistema que proveeixi electricitat, mitjançant l'aprofitament de l'energia solar, en un habitatge unifamiliar aïllat de tres persones, que sigui energèticament sostenible obtenint un nivell de confort en base a les necessitats o demanda que pugui tenir una família avui dia.

Aquest sistema proveirà a l'habitatge tan energia per climatitzar i produir Aigua Calenta Sanitària (ACS), com per a subministra electricitat a la resta d'elements que es necessitin.

Per tal d'aconseguir aquest objectiu, es determinarà la potencia i es calcularà el consum necessari total del que requerirà l'habitatge, tenint en compte les càrregues tèrmiques, pel sistema de climatització i producció d'ACS, així com el número d'elements elèctrics que hi puguin haver.

Posteriorment es procedeix a dissenyar el sistema fotovoltaic per a cobrir totes les necessitats de l'habitatge, sent aquest últim energèticament sostenible i autosuficient. Aquest estarà connectat a la xarxa elèctrica com a suport.

Finalment s'extreuen les conclusions, en el qual es determina la seva viabilitat, ja que la seva amortització (7anys) està dins dels rangs establerts (5-8anys).

### Paraules clau (màxim 10):

Confort	Autosuficient	Climatització	Fotovoltaica
Sostenibilitat			

## ABSTRACT

The main goal of this project is to design and evaluate the feasibility of a solar system providing electricity to an isolated single-family house. The house should be energetically sustainable and provide the right comfort level based on the demand of a family of three. This system will provide the house with energy for both air conditioning (AC) and water heater (WH). The system will also provide energy to the rest of the electrical loads in the house.

In order to achieve this goal, the power and total consumption required by the house will be determined based on the thermal and electrical loads, the AC and the WH. Then, the photovoltaic system is designed to fulfill all the household needs. The house should be energetically sustainable and self-sufficient, but the solar system will be connected to the power grid as an emergency backup.

Finally, the conclusions are drawn, in which the viability of the solar system is confirmed given that its amortization is seven years and it is within the already established range of five to eight years.

### Keywords (10 maximum):

Comfort	Self-sufficient	Air-conditioning	Photovoltaic
Sustainability			

## Sumari

<b>1. Antecedents.....</b>	<b>8</b>
1.1. Motivació i justificació del treball .....	8
1.2. Requeriments previs .....	8
<b>2. Introducció.....</b>	<b>8</b>
2.1. Objectius del projecte .....	8
2.2. Abast del projecte .....	9
<b>3. Normativa Aplicable .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Descripció de l'habitatge i ubicació geogràfica .....</b>	<b>10</b>
4.1. Condicions climàtiques .....	10
4.2. Distribució de l'habitatge .....	11
4.3. Plànols de l'habitatge .....	11
4.4. Carregues tèrmiques de l'habitatge .....	12
<b>5. Possibles sistemes de climatització i ACS .....</b>	<b>12</b>
5.1. Sistema de caudal variable de refrigerant .....	12
5.2. Sistema de caudal variable de refrigerant amb recuperació de calor.....	14
5.2.1. Definició .....	14
5.2.2. Pressupost .....	15
5.3. Sistema aerotèrmic amb unitats interiors de refrigerant .....	15
5.3.1. Definició .....	15
5.3.2. Pressupost .....	16
5.4. Comparativa de sistemes .....	16
<b>6. Sistema Ideal per l'habitable .....</b>	<b>17</b>
6.1. Descripció de las parts del sistema .....	17
6.2. Distribució dels conductes .....	19
<b>7. Calefacció.....</b>	<b>20</b>
7.1. Radiadors .....	20
7.2. Terra radiant .....	20
<b>8. Sistema d'obtenció d'energia elèctrica d'una font d'energia renovable.....</b>	<b>21</b>
8.1. Components d'una instal·lació fotovoltaica .....	22
8.1.1. La cèl·lula solar .....	22
8.1.2. Els mòduls fotovoltaics .....	22
8.1.3. Connexions dels mòduls solars .....	22
8.1.4. Estructures de suport i elements de fixació dels mòduls fotovoltaics .....	24
8.1.5. Acumuladors d'energia elèctrica .....	24
8.1.6. Reguladors de càrrega .....	25
8.1.7. Els convertidors d'energia elèctrica de corrent continu a corrent altern (cc/ca) .....	25
8.2. Manteniment de les instal·lacions .....	26
<b>9. Dimensionament de la instal·lació solar fotovoltaica .....</b>	<b>26</b>
9.1. Les necessitats a cobrir .....	27
9.2. L'Energia necessària .....	27
9.3. La radiació Incident .....	29
9.4. El nombre de mòduls necessaris.....	30
9.5. La capacitat de l'acumulador .....	32
9.6. La selecció de cable necessari .....	33

<b>10. Carregues tèrmiques .....</b>	<b>34</b>
10.1. Condicions Exteriors.....	34
10.2. Condicions Interiors .....	34
10.3. Carrega tèrmica de calefacció .....	35
10.3.1. Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments.....	35
10.3.2. Pèrdua de calor sensible per infiltracions d'aire .....	36
10.3.3. Guany de calor sensible per aportacions internes.....	36
10.3.4. Suplements .....	36
10.3.5. Pèrdua de calor sensible per aire de ventilació .....	37
10.4. Carrega tèrmica de refrigeració .....	37
10.4.1. Carrega tèrmica sensible.....	37
10.4.1.1. Calor per radiació solar a través de vidre.....	37
10.4.1.2. Calor per transmissió i radiació a través de parets i sostres exteriors.....	38
10.4.1.3. Calor per transmissió a través de parets, sostres i portes interiors, terres i finestres.....	38
10.4.1.4. Calor sensible per infiltracions d'aire exterior .....	39
10.4.1.5. Calor sensible per aportacions internes.....	39
10.4.1.6. Calor sensible per aire de ventilació .....	39
10.4.2. Carrega tèrmica latent .....	40
10.4.2.1. Calor latent per infiltracions d'aire exterior.....	40
10.4.2.2. Calor latent per aportacions internes .....	40
10.4.2.3. Calor latent per aire de ventilació .....	41
<b>11. Càlcul demanda ACS.....</b>	<b>41</b>
<b>12. Pressupost instal·lació fotovoltaica .....</b>	<b>42</b>
<b>13. Conclusió .....</b>	<b>43</b>
<b>14. AGRAÏMENTS .....</b>	<b>44</b>
<b>15. Bibliografia.....</b>	<b>44</b>
<b>16. ANNEX .....</b>	<b>45</b>
16.1. Característiques tècniques .....	45
16.1.1. Característiques tècniques del sistema de clima de l'habitatge .....	45
16.1.2. Característiques tècniques de la instal·lació fotovoltaica .....	47
16.2. Càlculs carques tèrmiques.....	50
16.2.1 Taules pels càlculs de les carques tèrmiques.....	53
16.3. Càlcul demanda energètica.....	56

## SUMARI DE FIGURES I TAULES

FIGURA 1. UBACIÓ GEOGRÀFICA DE L' EDIFICI A CLIMATITZAR. FONT: GOOGLE MAPS. <a href="HTTPS://WWW.GOOGLE.ES/MAPS">HTTPS://WWW.GOOGLE.ES/MAPS</a>	10
FIGURA 2. PLÀNOL DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA A TRAVES DE L'AUTOCAD	11
FIGURA 3. CICLE FRIGORÍFIC. FONT: WIKIPEDIA, <a href="HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG">HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG</a>	13
FIGURA 4. DIAGRAMA DE MOLLIER. FONT: <a href="HTTP://AIREACONDICIONADONAVALCARNERO.COM">HTTP://AIREACONDICIONADONAVALCARNERO.COM</a>	13
FIGURA 5. CICLE AEROTÈRMIC. FONT: <a href="HTTPS://WWW.CALORYFRIO.COM">HTTPS://WWW.CALORYFRIO.COM</a>	16
FIGURA 6. PARTS DEL KIT HIDRÒNIC. FONT: <a href="HTTPS://ES.MITSUBISHIELECTRIC.COM/ES/">HTTPS://ES.MITSUBISHIELECTRIC.COM/ES/</a>	18
FIGURA 7. ESQUEMA SISTEMA AEROTÈRMIC. FONT: <a href="HTTPS://ES.MITSUBISHIELECTRIC.COM/ES/">HTTPS://ES.MITSUBISHIELECTRIC.COM/ES/</a>	18
FIGURA 8. DISTRIBUCIÓ DELS CONDUCTES. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA A TRAVES D'AUTOCAD.	19
FIGURA 9. ESQUEMA INSTAL·LACIÓ PLAQUES SOLARS. FONT: <a href="HTTPS://WWW.DAIKIN.ES/">HTTPS://WWW.DAIKIN.ES/</a>	21
FIGURA 10. CONNEXIÓ EN SÈRIE DELS MÒDULS SOLARS. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	22
FIGURA 11. CONNEXIÓ EN PARAL·LEL DELS MÒDULS SOLARS. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	23
FIGURA 12. CONNEXIÓ MIXTA DELS MÒDULS SOLARS. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	23
FIGURA 13. DIMENSIONS MÒDUL FOTOVOLTAIC I-110 D'ISO FOTON. FONT: <a href="HTTPS://ES.SCRIBD.COM">HTTPS://ES.SCRIBD.COM</a>	31
TAULA 1. CONDICIONS CLIMÀTIQUES DE SETCASES SEGONS METEOCAT. FONT: GENERALITAT DE CATALUNYA.	10
TAULA 2. DISTRIBUCIÓ DE SUPERFÍCIES DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	11
TAULA 3. TAULA RESUM DE CARREGUES TÈRMiques. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	12
TAULA 4. PRESSUPOST SISTEMA BOMBA DE CALOR. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	14
TAULA 5. PRESSUPOST SISTEMA AMB RECUPERACIÓ DE CALOR. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	15
TAULA 6. PRESSUPOST SISTEMA AEROTÈRMIC. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	16
TAULA 7. TAULA COMPARATIVA DE SISTEMES. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	16
TAULA 8. TAULA EFICIÈNCIA ENERGÈTICA SEER I SCOP. FONT: <a href="HTTPS://NERGIZA.COM">HTTPS://NERGIZA.COM</a>	17
TAULA 9. POTENCIES DELS EQUIPS ELÈCTRICS DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	27
TAULA 10. POTENCIES I CONSUMS DELS EQUIPS ELÈCTRICS DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	28
TAULA 11. RADIACIÓ SOLAR EN MJ/M <sup>2</sup> /DIA A SANTA PAU, GARROTXA. FONT: <a href="HTTP://ICAEN.GENCAT.CAT">HTTP://ICAEN.GENCAT.CAT</a>	29
TAULA 12. RADIACIÓ SOLAR EN KWH/M <sup>2</sup> /DIA A SANTA PAU, GARROTXA. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	29
TAULA 13. RADIACIÓ SOLAR EN HSP/DIA A SANTA PAU, GARROTXA. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	30
TAULA 14. CARACTERÍSTIQUES MÒDUL FOTOVOLTAIC I-110 D'ISO FOTON. FONT: <a href="HTTPS://ES.SCRIBD.COM">HTTPS://ES.SCRIBD.COM</a>	31
TAULA 15. CONDICIONS EXTERIORS DE L'HABITATGE. FONT: METEOCAT, <a href="HTTPS://WWW.IDESCAT.CAT">HTTPS://WWW.IDESCAT.CAT</a>	34
TAULA 16. CONDICIONS INTERIORS DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	34
TAULA 17. MATERIALS QUE CONFORMEN L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	34
TAULA 18. SUPERFÍCIES DELS MATERIALS QUE CONFORMEN L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA	35
TAULA 19. DEMANDA D'ACS DE REFERENCIA A 60°C. FONT: CTE	41
TAULA 20. VALORS MÍNIMS D'OCUPACIÓ DE CÀLCUL EN ÚS RESIDENCIAL PRIVAT. FONT: CTE	42
TAULA 21. PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	42
TAULA 22. COST ELÈCTRIC ANUAL DE L'HABITATGE. FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.	43

## 1. Antecedents

### 1.1. Motivació i justificació del treball

L'estudi d'aquest treball està basat en la climatització i l'autosuficiència d'un habitatge de nova construcció on viuran 3 persones. És una casa situada a Olot dins de la comarca de la Garrotxa, província de Girona.

Les característiques meteorològiques i climàtiques de la zona són molt particulars i, per tant, es donen canvis bruscs de temperatures entre dies diferents o del dia i la nit, que fan que un bon sistema de climatització sigui ja no un tema de confort, si no ja una necessitat.

Una altra motivació a iniciar aquest projecte, ha estat l'alt valor de la tarifa fixa contractada per part de la xarxa elèctrica, que suposa una despesa innecessària i que podria ser rebaixada si es dissenyés un millor sistema de climatització o aigua sanitària.

D'altra banda, actualment hi ha una forta voluntat per la implementació d'energies renovables, i aquest projecte seria una bona manera d'introduir-se en aquest món i fer un estudi de com proveir d'electricitat un habitatge mitjançant l'energia fotovoltaica.

### 1.2. Requeriments previs

Per dur a terme el desenvolupament d'aquest projecte són necessaris una sèrie de coneixements amplis sobre la termodinàmica, la transferència de calor, la aplicació de conceptes de mecànica de fluids i uns coneixements mínims de ciències materials per la bona selecció dels materials que conformen les parets per tal de tenir una vivenda ben aïllada.

## 2. Introducció

### 2.1. Objectius del projecte

Aquest projecte es basa en l'estudi de viabilitat d'un sistema energèticament autosuficient i sostenible per proveir les necessitats bàsiques d'un habitatge. Per tant, els objectius principals són:

- Determinar un sistema de climatització eficient per l'habitatge.
- Dissenyar el sistema fotovoltaic que autoabasteixi l'habitatge a través del sistema seleccionat.

Per poder realitzar aquest estudi s'estableixen els següents objectius secundaris:

- Fer una comparació dels diversos sistemes de climatització existents.
- Calcular les carregues tèrmiques per determinar la demanda energètica.
- Calcular el consum energètic dels elements elèctrics que existeixen.
- Calcular el consum total de l'habitatge.



## **2.2. Abast del projecte**

Amb aquest treball es pretén dissenyar un habitatge unifamiliar aïllat energèticament sostenible i viable econòmicament per a una família de tres persones mitjançant l'aprofitament de l'energia solar.

Per reduir el consum elèctric i garantir la sostenibilitat energètica de l'habitatge s'utilitzaran electrodomèstics eficients A+ o superior i la il·luminació de l'habitatge es realitzarà amb bombetes LED a causa del seu baix consum elèctric.

També es farà un pressupost i un estudi de viabilitat tant econòmica com de confort comparant les diferents solucions aplicables.

Es tindrà en compte la normativa vigent a l'hora de calcular i dissenyar cada part de la instal·lació.

## **3. Normativa Aplicable**

El codi tècnic de l'edificació (CTE), que tracta del marc normatiu pel qual es regulen les exigències bàsiques de qualitat que han de complir els edificis, incloses les seves instal·lacions, per satisfer els requisits bàsics de seguretat i habitabilitat.

En concret s'atendrà especialment als documents bàsics (DB) continguts en el CTE:

DB-HE: Estalvi d'energia, l'objectiu de la qual consisteix a aconseguir un ús racional de l'energia necessària per a la utilització dels edificis, reduint a límits sostenibles el seu consum i aconseguir així mateix que una part d'aquest consum procedeixi de fonts d'energia renovable.

DB-HS: Salubritat, que consisteix a reduir a límits acceptables el risc que els usuaris, dins dels edificis i en condicions normals d'utilització, pateixin molèsties o malalties, així com el risc que els edificis es deteriorin i que deteriorin el medi ambient en el seu entorn immediat. Aquest document bàsic, dintre de salubritat, també engloba la qualitat de l'aire interior, és a dir, marca els caudals de ventilació a considerar en el càlcul de demanda tèrmica de l'habitatge.

El Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE), REIAL DECRET 1027/2007, que té per objecte establir les exigències d'eficiència energètica i seguretat que han de complir les instal·lacions tèrmiques als edificis destinades a atendre la demanda de benestar i higiene de les persones, durant el seu disseny i dimensionament.

## 4. Descripció de l'habitatge i ubicació geogràfica

En aquest capítol, es mostren les característiques i necessitats de l'edifici a climatitzar, així com el seu emplaçament, orientació, climatologia i entorn geològic. L'habitatge unifamiliar a climatitzar es troba al carrer Mestral, Olot en el municipi de Girona.

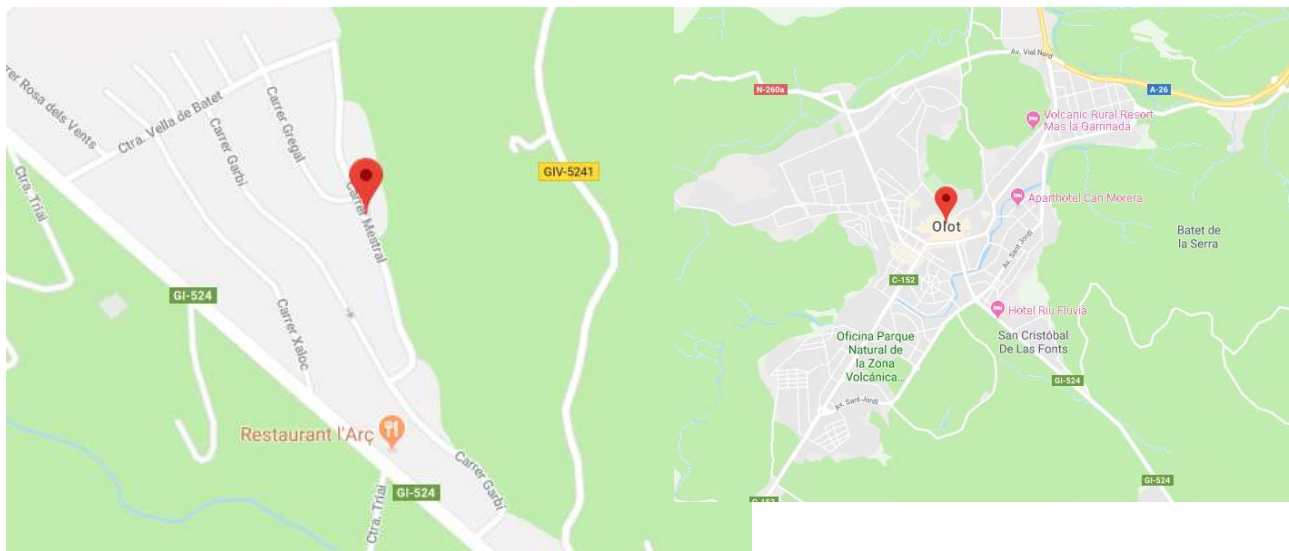


Figura 1. Ubicació geogràfica de l'edifici a climatitzar. Font: Google Maps. <https://www.google.es/maps>

### 4.1. Condicions climàtiques

Les condicions climàtiques d'Olot segons el Meteocat son les següents:

Mes	Temperatura(°C)	Humitat relativa (%)
Gener	3.5	75
Febrer	8.4	76
Març	10.8	70
Abril	12.0	70
Maig	16.3	74
Juny	22.0	69
Juliol	22.4	69
Agost	22.9	67
Setembre	17.0	81
Octubre	15.4	81
Novembre	7.0	72
Desembre	3.3	74

Taula 1. Condicions climàtiques de Setcases segons Meteocat. Font: Generalitat de Catalunya.

## 4.2. Distribució de l'habitatge

La distribució de superfícies de l'habitatge queda desglossat y resumit en la següent taula:

Espai	m <sup>2</sup>
Dormitori 1	12
Dormitori 2	13
Bany Privat	3
Sala de Jocs	13
Despatx	7
Bany	5
Cuina	17
Sala d'estar - Menjador	21
Total	91

Taula 2. Distribució de superfícies de l'habitatge. *Font: Elaboració pròpia.*

La instal·lació dels panells solars es troben a la teulada de l'habitatge al disposar de suficient espai per la seva instal·lació i manteniment.

Aquests panells solars disposen d'una estructura que permet la rotació d'aquets per aprofitar al màxim de radiació solar possible.

A la paret exterior que dona a l'est hi anirà instal·lada la unitat exterior del sistema de climatització.

## 4.3. Plànols de l'habitatge

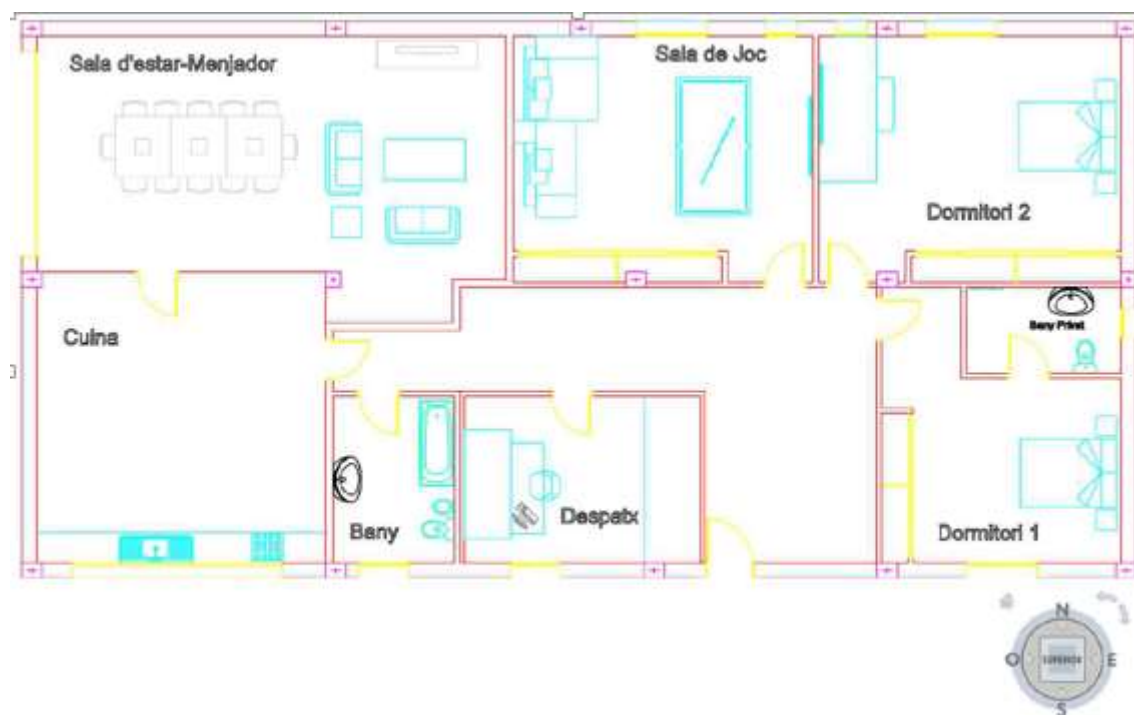


Figura 2. Plànol de l'Habitatge. *Font: Elaboració pròpia a través de l'AutoCad*

## 4.4. Càrregues tèrmiques de l'habitatge

En la taula 3 es pot observar la taula resum de les càrregues tèrmiques de l'habitatge. Trobarem els càlculs realitzats en l'apartat 10 i en els annexes.

Càrrega tèrmica sensible	5094,61	W
Càrrega tèrmica latent	2824,94	W
Càrrega tèrmica total de refrigeració	<b>7919,55</b>	W

Càrrega tèrmica de calefacció	<b>5943,90</b>	W
-------------------------------	----------------	---

Taula 3. Taula resum de càrregues tèrmiques. Font: *Elaboració pròpia*.

## 5. Possibles sistemes de climatització i ACS

### 5.1. Sistema de caudal variable de refrigerant

#### 5.1.1. Definició

És un conjunt multi Split d'expansió directe<sup>1</sup>, que permet la connexió de varies unitats interiors a una sola unitat exterior.

La unitat exterior està formada per una bomba de calor reversible aire-aire<sup>2</sup>, en el qual el seu funcionament consisteix en transportar calor d'un espai a un altre.

Aquest procés es coneix com a cicle frigorífic de Mollier, diagrama que representa la relació de pressió i entalpia d'un gas refrigerant en una refrigeració mecànica, que consisteix en quatre passos, detallats pel funcionament en fred:

- En el primer pas el fluid refrigerant es troba a baixa pressió i temperatura, és a dir, en estat líquid. L'aire aspirat de l'ambient passa a través de l'evaporador, on el refrigerant absorbeix la temperatura de l'aire ambient y es produeix un canvi d'estat. Al mateix temps l'aire que a travessa la unitat interior és expulsat a una temperatura més baixa.
- En el segon pas el refrigerant es troba en estat gasos però a baixa pressió. A través del compressor fem que augmenti la seva pressió i per conseqüent la seva temperatura.
- El tercer pas consisteix en que el gas que circula pel condensador cedeix la seva energia acumulada tornant així a estat líquid.
- En l'últim pas del procés, el refrigerant passa per la vàlvula d'expansió que fa que redueixi la seva pressió i la seva temperatura, tornant a l'estat inicial. D'aquesta manera es pot tornar a començar el procés.

<sup>1</sup> L'expansió directe es caracteritza per que trasllada el calor de l'interior a l'exterior, sent el refrigerant l'encarregat d'absorbir-lo, depenen si va a proporcionar-nos fred o calor el refrigerant es condensa o s'evapora.

<sup>2</sup> Bomba de calor reversible aire-aire significa que pot invertir el cicle per a la producció de fred, és a dir, el condensador passa a ser el evaporador i a la inversa.

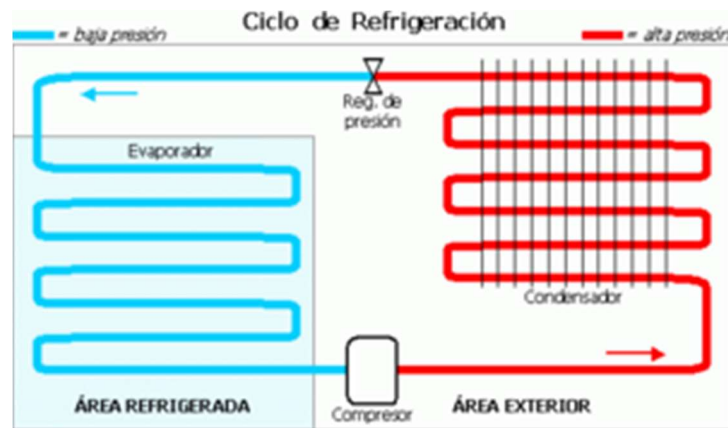


Figura 3. Cicle frigorífic. Font: Wikipedia, <https://es.wikipedia.org>

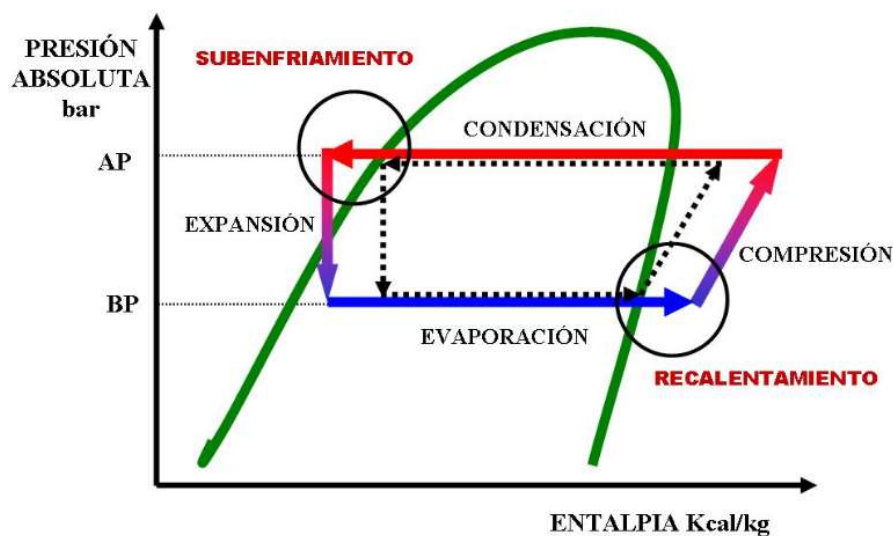


Figura 4. Diagrama de Mollier. Font: <http://aireacondicionadonavalcarnero.com>

Un dels avantatges el trobem en un sistema de caudal variable de refrigerant, és que la quantitat de refrigerant que s'envia a cada unitat interior s'adapta a la demanda tèrmica en tot moment.

Per la seva modularitat aquest sistema permet la utilització de la instal·lació sense una simultaneïtat total, és a dir, sense la necessitat de posar en marxa tots els equips de climatització, ni de treballar a plena càrrega quant es sol·liciti climatització. Amb l'afegit de tenir una major eficiència a càrregues parcials al tractar-se d'un sistema Inverter i de caudal variable.

Com a inconvenients trobem que no podem produir fred i calent a la vegada, tenint que contar amb la inèrcia de la instal·lació per a que això no suposi un problema en la implantació del sistema. De manera més específica, el sistema sempre donarà prioritat a la demanda d'ACS, poden programar en el control el diferencial de temperatura acumulada i temperatura de consigna per que la unitat entri a treballar, minimitzant els moments en que convisin les dos demandes (clima i ACS).

Si el comparem amb altres tipus de sistemes, aquest presenta un preu elevat i menys eficients energèticament que d'altres.

### 5.1.2. Pressupost

Component	Unitats	Preu u. <sup>3</sup> (€)	Preu Total(€)
Unitat exterior PUMY-P112VKM	1	5824,00	5824,00
Distribuïdor PAC-MK33BC	1	770,00	770,00
Unitat interior de conducte PEAD-M71	1	1177,00	1177,00
Kit Hidrònic EHST20C-VM2C	1	4481,00	4481,00
Control remot PAR-33MAA	1	154,00	154,00
<b>Total</b>			<b>12406,00</b>

Taula 4. Pressupost sistema bomba de calor. Font: Elaboració pròpia.

## 5.2. Sistema de caudal variable de refrigerant amb recuperació de calor

### 5.2.1. Definició

Aquest sistema té les característiques anteriorment esmentades, es basa en el cicle frigorífic de Mollier, amb el valor afegit de la recuperació de calor.

Un sistema amb recuperació de calor és capaç de proporcionar fred i calor a la vegada des de una mateixa unitat productora, donant resposta a les diferents necessitats individuals. Això permet la producció d' ACS i simultàniament fred des de les unitats interiors de refrigeració.

Aquests sistemes aprofiten la important quantitat de refrigerant líquid a alta pressió obtingut de la condensació de les unitats interiors que requereixen calor, per transportar-lo a les unitats interiors que requereixen fred, evaporant aquest líquid en gas.

El màxim rendiment d'aquest sistema s'obté en els períodes on les càrregues de calefacció i refrigeració es troben equilibrades. Això sol succeir entre unitats situades a façanes amb diferent orientació o quan es dona una demanda simultània d'ACS i refrigeració, situació que es pot donar en la majoria de l'any tenint en compte el clima d'aquesta zona i la demanda continua d'ACS al llarg de l'any.

A més, proporciona un alt nivell de confort a l'usuari, inclús en èpoques intermèdies, durant el qual es sol alternar el funcionament en refrigeració i calefacció o ACS.

Com a inconvenient d'aquest sistema trobem seu cost econòmic i l'espai necessari per a la instal·lació de la maquinaria, el que comporta que sigui un sistema valorable per els habitatges de grans superfícies..

---

<sup>3</sup> Preu u. equival a la Preua Unitari de cada element.

## 5.2.2. Pressupost

Component	Unitats	Preu u.(€)	Preu Total(€)
Unitat exterior PURY-P200YNW	1	11743,00	11743,00
Distribuïdor CMB-P104V-JA	1	3569,00	3569,00
Reductor CMY-R301S-G	1	68,00	68,00
Distribuïdor CMY-R160-J	1	113,00	113,00
Unitat interior D'ACS i calefacció PWFY-P100VM-E-BU	1	5948,00	5948,00
Unitat interior de conducte PEFY-P71VMA	1	1772,00	1772,00
Control remot PAR-33MAA	1	154,00	154,00
Control PAR-W21MAA-J (ACS i calefacció)	1	263,00	263,00
Dipòsit ACS ATW-ACS-WPS300	1	1390,00	1390,00
<b>Total</b>			<b>25020.00</b>

Taula 5. Pressupost sistema amb recuperació de calor. Font: Elaboració pròpia.

## 5.3. Sistema aerotèrmic amb unitats interiors de refrigerant

### 5.3.1. Definició

L'energia aerotèrmica és la energia de l'aire exterior transformada en calor per la climatització dels habitacles i producció d'ACS.

Es tracta d'una energia renovable inesgotable, d'explotació viable i econòmica, que permet reduir el mínim les emissions de CO<sub>2</sub>.

Si bé aquesta definició és aplicable als altres sistemes comentats, s'utilitza preferiblement per aquest, perquè es tracta d'un sistema pensat per combinar el treball amb unitats ATA i ATW (Air To Air, Air To Water).

Aquest sistema aerotèrmic treballa fonamentalment absorbint la energia de la calor de l'aire exterior. Això s'aconsegueix mitjançant el cicle termodinàmic, que utilitza un gas refrigerant per extraure el calor de l'aire exterior.

Les bombes de calor estan dissenyades per a ser col·locades a l'exterior de l'habitable i transformar un sistema de radiadors o terra radiant existents en un sistema de calefacció complet consumint només l'energia estrictament necessària.

Aquest sistema té les avantatges de que necessita una sola unitat exterior per la producció de calefacció, refrigeració i aigua calenta sanitària, també es un sistema més econòmic i es pot considerar renovable al no consumir directament combustibles fòssils, sinó que s'alimenta elèctricament, ja sigui de la xarxa elèctrica o de panells solars fotovoltaics.

En quant a la adaptació del sistema davant a demandes simultànies i oposades, disposa d'un circuit de recuperació per poder adaptar-se a les dues. I a nivell de control ofereix la mateixa possibilitat que el primer sistema, podent configurar la demanda d'ACS per a minimitzar la convivència de les dues demandes de calor (calefacció i ACS), podent adaptar el sistema sense la necessitat de sobredimensionar-lo.

Pel funcionament d'aquest sistema es requereix un consum al voltant d'un 25% de potencia del total que requereix el sistema, l'altre 75% la genera la pròpia maquina (figura 5).

Són ideals per a habitacles i petits comerços.



Figura 5. Cicle Aerotèrmic. Font: <https://www.caloryfrio.com>

### 5.3.2. Pressupost

Component	Unitats	Preu u.(€)	Preu Total(€)
Unitat exterior PUHZ-FRP71VHA	1	2935.00	2935.00
Unitat interior de conducte PEAD-M71JA	1	1177.00	1177.00
Kit Hidrònic EHST20C-VM2C	1	4481.00	4481.00
Control remot PAR-33MAA	1	154.00	154.00
<b>Total</b>			<b>8747.00</b>

Taula 6. Pressupost sistema aerotèrmic. Font: *Elaboració pròpia.*

### 5.4. Comparativa de sistemes

Sistema	Unitat exterior	SEER <sup>4</sup>	SCOP <sup>5</sup>	EER <sup>6</sup>	COP <sup>7</sup>	Cost (€)
Caudal variable de refrigerant	PUMY-P112VKM	5,4	3,8	4,48	4,08	12406
Caudal variable de refrigerant amb recuperació de calor	PURY-P200YNW	7,79	4,43	5,05	5,3	25020
Aerotermia	PUHZ-FRP71VHA	5,4	3,8	3,5	4,08 - 7,95	8747

Taula 7. Taula comparativa de sistemes. Font: *Elaboració pròpia.*

El EER i el COP ja gairebé no s'utilitzen ja que aquest rendiments es calculaven a plena potencia. Un equip no té la mateixa eficiència treballant al 100% de la seva potencia que treballant al 50%. Des de l'any 2013 que s'utilitzen els valors del SEER i el SCOP.

<sup>4</sup> És el rati d'eficiència energètica estacional i és l'estàndard que determina el rendiment en refrigeració.

<sup>5</sup> És el coeficient d'eficiència estacional i determina el rendiment en calefacció.

<sup>6</sup> És el factor d'eficiència energètica en mode refrigeració.

<sup>7</sup> És el coeficient d'eficiència energètica en mode calefacció.



Els rangs d'eficiència tan del SEER com del SCOP son els següents.

Clase de eficiencia energética	SEER	SCOP
A+++	$SEER \geq 8,50$	$SCOP \geq 5,10$
A++	$6,10 \leq SEER < 8,50$	$4,60 \leq SCOP < 5,10$
A+	$5,60 \leq SEER < 6,10$	$4,00 \leq SCOP < 4,60$
A	$5,10 \leq SEER < 5,60$	$3,40 \leq SCOP < 4,00$
B	$4,60 \leq SEER < 5,10$	$3,10 \leq SCOP < 3,40$
C	$4,10 \leq SEER < 4,60$	$2,80 \leq SCOP < 3,10$
D	$3,60 \leq SEER < 4,10$	$2,50 \leq SCOP < 2,80$
E	$3,10 \leq SEER < 3,60$	$2,20 \leq SCOP < 2,50$
F	$2,60 \leq SEER < 3,10$	$1,90 \leq SCOP < 2,20$
G	$SEER < 2,60$	$SCOP < 1,90$

Taula 8. Taula eficiència energètica SEER i SCOP. Font: <https://nergiza.com>

## 6. Sistema Ideal per l'habitable

S'ha determinat que el sistema ideal per l'habitable és l'Aerotèrmica, ja que amb un mateix sistema pot realitzar tant la part de refrigeració com la de calefacció i ACS. També s'ha valorat el cost inferior tant de maquinaria, com d'instal·lació i manteniment davant les altres opcions.

### 6.1. Descripció de las parts del sistema

El sistema Aerotèrmic consta de les següents parts:

- Circuit ATA, expansió directa per la producció de fred/calor per a climatització.
- Circuit ATW, expansió directe amb intercanviador per a la producció de calefacció i/o ACS amb unitats terminals d'aigua.

- Circuit primari que va al kit hidrònic, amb tanc acumulador d'ACS amb un intercanviador extern que facilita l'aportació de l'aigua calenta pròxima a l'aigua d'entrada de xarxa, el que permet uns estratificació del tanc, ajudant a que la unitat treballi per a produir ACS quant sigui realment necessari, és a dir, evitem constants cicles de treball en ACS quan el consum d'aquesta aigua no ha sigut destacable i així es treballa de manera més efectiva.

#### Hydrobox Duo

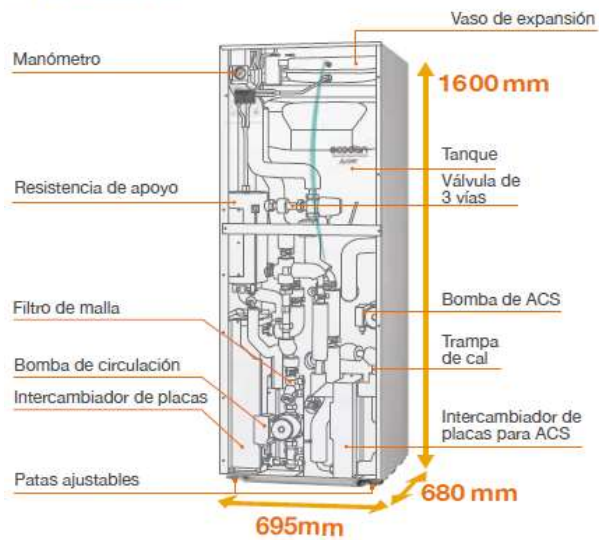


Figura 6. Parts del kit Hidrònic. Font: <https://es.mitsubishielectric.com/es/>

- Circuit cap a unitats terminals de calefacció per aigua(terra radiant o radiadors).



Figura 7. Esquema sistema aerotèrmic. Font: <https://es.mitsubishielectric.com/es/>

- El Control principal té les següents característiques:
  - Permet controlar dos circuit hidràulics a diferents temperatures i gestionar les dues demandes tèrmiques. Aquest permet ajustar i mantenir la temperatura de dos circuits hidràulics quan es necessita que cada una sigui diferent per cada estança, per exemple, controlar la temperatura d'un circuit de radiadors a 40°C d'una estança i alhora controlar la temperatura del terra radiant d'altre estança a 30°C. Aquest tipus de control també és possible en mode refrigeració.

- Permet controlar dos circuits hidràulics a la mateixa temperatura de treball, per exemple, tenir dos circuit de terra radiant dividint la casa en zona dia i zona nit.
- Incorpora una sonda de temperatura al control remot, permetent al control de la temperatura de la sala.
- Altres opcions de control estan disponibles, per temperatura d'impulsió, en funció de la temperatura exterior, etc.
- Conté un calendari setmanal de programació.
- Té la opció de mode vacances per evitar consums energètics innecessaris si es deixessin la instal·lació treballant de manera normal, així es pot definir una consigna més baixa o de menor demanda, per a tal de no tenir un pic de demanda i consum quan es retorni.
- Preveu la legionel·la<sup>8</sup>, té un mode de funcionament específic per a pujar la temperatura a 70°C i evitar-la.
- Porta incorporat uns codis d'error incorporats per detectar fàcilment un possible fallo en el sistema.

## 6.2. Distribució dels conductes

L'habitatge tindrà una distribució de conductes que mitjançant una unitat interior, proporcionarà fred/calor als diferents espais de l'habitatge. Aquest sistema disposarà d'un mecanisme que permet tancar certs conductes per si no es volen refrigerar, és a dir, es podria tancar els conductes de les habitacions per refrigerar només el menjador, la sala de jocs i la cuina. Aquest conducte s'alimentarà de la instal·lació elèctrica.

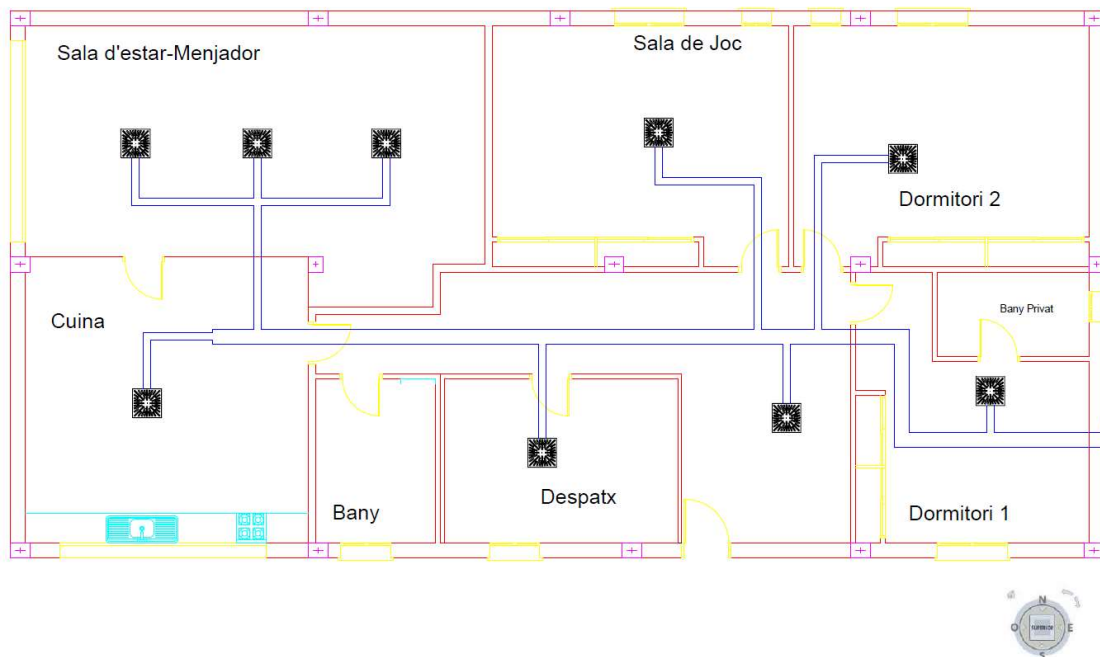


Figura 8. Distribució dels conductes. Font: Elaboració pròpia a través d'AutoCad.

<sup>8</sup> És una malaltia causada per la *Legionella pneumophila* que presenta fonamentalment dues formes clíniques totalment diferenciades: per una banda la infecció pulmonar, que se caracteritza per ser una pneumònia amb febre alta, i la forma coneguda com *febre de Pontiac*, que es manifesta com un síndrome febril agut.

## **7. Calefacció**

El sistema previst de calefacció en aquest projecte està compostat per la unitat interior de ATW i dos xarxes de distribució d'aigua, una pels radiadors de les habitacions i l'altre per el terra radiant situat al menjador, cuina i passadís.

### **7.1. Radiadors**

Els radiadors d'aigua tenen una sèrie d'avantatges, i és que respecte els altres tipus de radiadors és el que millor conserva el calor residual, és un sistema eficient i té un rendiment molt elevat.

Per altre banda els radiadors d'aigua tenen l'inconvenient de que son participes de la contaminació atmosfèrica.

Els radiadors de les habitacions estaran instal·lats a 10 cm del terra i a 2,5 cm de la paret.

La canonada de distribució d'aigua anirà dins d'un tub corrugat per tal de protegir-la en cas d'anar encastada a la paret i també anirà aïllada conforme estableix el RITE.

S'ha escollit radiadors per les habitacions de l'habitatge degut a que aconseguixen de manera més rapida la temperatura sol·licitada.

### **7.2. Terra radiant**

El terra radiant està constituït per un conjunt de canonades espargida i soterrada sota el terra de l'habitatge, anomenat fals terra. La temperatura a la que circula l'aigua pel seu interior és de  $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Aquesta baixa temperatura de treballa afavoreix l'estalvi energètic, no resseca l'ambient i la baixa velocitat en la que s'enlaira escalfat fa que no s'aixequi pols.

Les canonades estaran composades de polietilè reticulat amb una barrera aïllant per evitar que entri al circuit oxigen i estaran disposades en doble serpentí.

## 8. Sistema d'obtenció d'energia elèctrica d'una font d'energia renovable.

Per a la obtenció d'energia elèctrica d'una font renovable s'ha escollit la energia solar fotovoltaica.

L'energia solar fotovoltaica transforma de manera directe la llum solar en electricitat utilitzant una tecnologia basada en el efecte fotovoltaic.

Aquest efecte consisteix en que al incidir la radiació del sol sobre una de les cares d'una cel·la fotoelèctrica, (la qual conformen els panells), es produeix una diferència de potencial elèctric entre les dues cares que fa que els electrons saltin d'un lloc a un altre, generant així una corrent elèctrica.

L'energia elèctrica generada mitjançant els panells solars fotovoltaics es una energia inesgotable i no contaminant ja que prové de l'energia Solar.

Si la zona on es fa una instal·lació solar disposa de xarxa elèctrica, aleshores es fa una interconnexió de manera que hi hagi un intercanvi energètic entre totes dues. L'electricitat que genera l'equip solar durant el dia i que no consumeixi l'edifici, es pot enviar a d'altres consumidors a través de la xarxa (venda d'energia). Les estones en que no hi ha prou insolació per a produir l'electricitat que necessita l'habitatge per a cobrir el consum, la instal·lació agafa l'energia elèctrica de la xarxa (compra d'energia).

La instal·lació d'aquest sistema requereix una inversió inicial però de ràpida amortització, ja que a mes a mes els panells solars fotovoltaics tenen una vida útil de 30 anys de mitja.

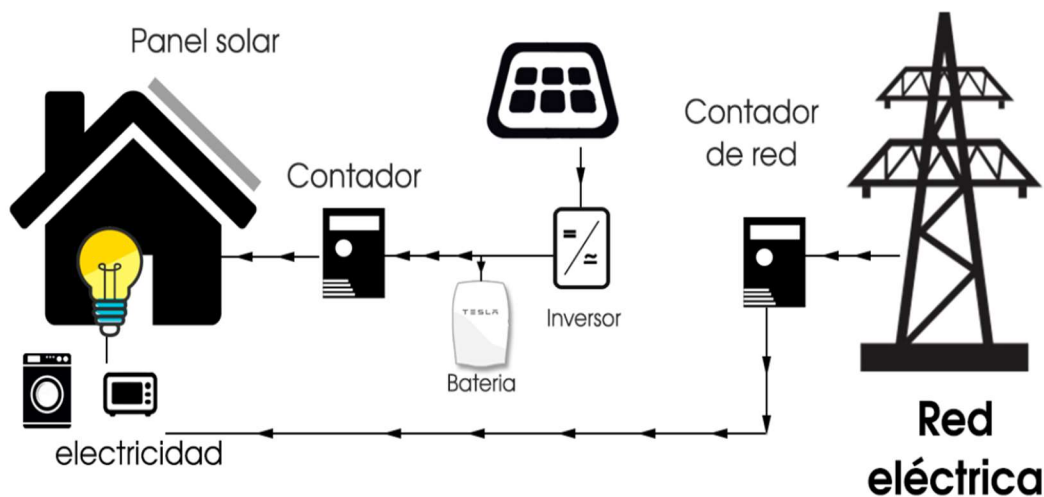


Figura 9. Esquema instal·lació plaques solars. Font: <https://www.quetzalingenieria.es/>

## 8.1. Components d'una instal·lació fotovoltaica

### 8.1.1. La cèl·lula solar

La cèl·lula solar més habitual és una làmina de silici d'un gruix de 0.3 mm i d'una superfície entre 10 x 10 cm i 16 x 16 cm. El procés d'elaboració d'aquestes làmines tenen un nivell sofisticat i delicat per a poder aconseguir una homogeneïtat del material.

La cèl·lula que s'obté del procés d'elaboració ha d'estar dotada d'uns contactes elèctrics per a poder canalitzar l'energia que produeix quan se la il·lumina. Aquests contactes estan dissenyats de forma ramificada (en la cara assolellada). Hi ha dos contactes principals i ramificacions que els uneixen, per recaptar millor els electrons, en tota la superfície de la cèl·lula.

### 8.1.2. Els mòduls fotovoltaics

El mòdul fotovoltaic és l'element de la instal·lació solar encarregat de transformar l'energia provinent del Sol en electricitat de corrent continu de forma directa.

Un mòdul fotovoltaic està format per un conjunt de cèl·lules solars connectades en sèrie o de grups de cèl·lules connectades en sèrie disposat en paral·lel.

Normalment, un mòdul fotovoltaic estàndard de mercat està format per una associació de 33 a 36 cèl·lules en sèrie i un voltatge nominal de 12 V.

### 8.1.3. Connexions dels mòduls solars

Les connexions dels mòduls fotovoltaics segueixen les regles bàsiques de l'electricitat. Es poden connectar en sèrie, en paral·lel i combinant les dues per tal d'aconseguir sumar la potencia dels mòduls connectats i alhora adaptar el funcionament al voltatge del circuit de carrega de bateria.

- Connexió en sèrie. Aquest tipus de connexió es basa en connectar el terminal positiu d'un mòdul amb el negatiu del següent, i així successivament fins acabar la sèrie completa. Finalment la sortida serà entre el terminal positiu del darrer mòdul connectat i el negatiu del primer.

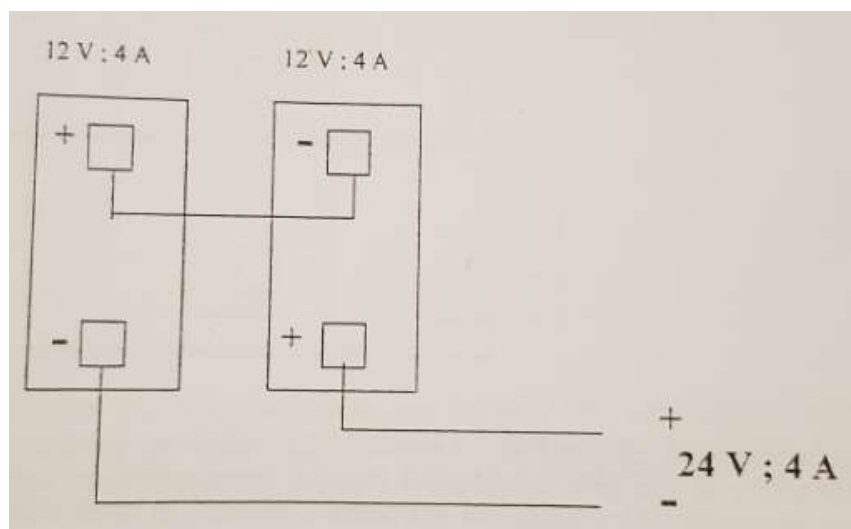


Figura 10. Connexió en sèrie dels mòduls solars. Font: Elaboració pròpia

En la connexió en sèrie, la intensitat elèctrica que genera el mòdul fotovoltaic ha de travessar la resta de mòduls, de manera que l'augment de potencia es basa en mantenir la intensitat que pot donar un mòdul i la suma del voltatge dels mòduls connectats.

- Connexió en paral·lel. Aquest tipus de connexió es basa en connectar junts els terminals positius de tots els mòduls i, d'altra banda, tots els terminals negatius. Finalment, la sortida serà entre el terminal positiu i negatiu comú.

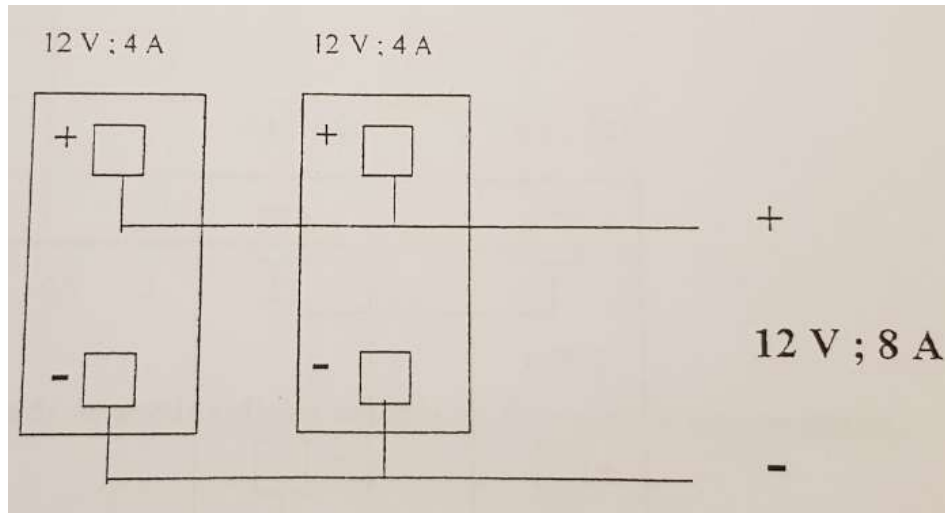


Figura 11. Connexió en paral·lel dels mòduls solars. Font: *Elaboració pròpia*

En la connexió en paral·lel, la intensitat elèctrica que genera el mòdul fotovoltaic s'afegeix a la que generen els altres mòduls, de manera que l'augment de potencia es basa en mantenir el voltatge que pot donar un mòdul i la suma de les intensitats que generen els mòduls connectats.

- Connexió mixta. És la combinació dels dos tipus de connexió esmentats anteriorment.

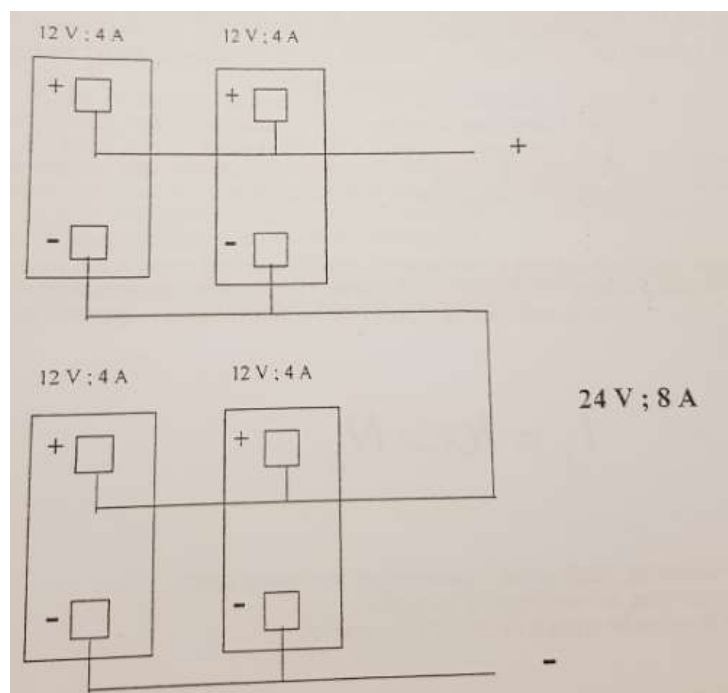


Figura 12. Connexió mixta dels mòduls solars. Font: *Elaboració pròpia*

Sovint, en les instal·lacions solars, cal fer connexions en sèrie i en paral·lel atès que voldrem treballar a un voltatge determinat i tindrem un nombre concret de mòduls. En aquests casos connectem en sèrie el nombre de grups de mòduls (connectats en paral·lel) que calgui per assolir el voltatge de funcionament.

Sovint ens trobem davant del dilema de a quin voltatge cal dissenyar una instal·lació. Podríem enfocar-ho des de dos tipus de criteri diferents.

- Criteri eficientista. És a dir, el que procura minimitzar les pèrdues d'energia per escalfament dels conductors i/o dels equips de regulació. Segons aquest criteri hauríem de dissenyar les instal·lacions a 48 V, ja que quant més voltatge hi ha, menor és la intensitat per un valor de potència constant. Aquest criteri te el problema que treballar a 48 V equival a fer servir 24 vasos de bateria (2V/vas) i això, encareix la instal·lació.
- Criteri economicista. És a dir, el que procura el mínim cost d'instal·lació. Segons aquest criteri, es realitzarien sempre instal·lacions a 12 V, fent servir només 6 vasos de bateria, però a costa de tenir intensitats de pas en conductors i controls elevades, a mesura que augmentem la potència de la instal·lació.

#### **8.1.4. Estructures de suport i elements de fixació dels mòduls fotovoltaics**

Els mòduls solars fotovoltaics pesen poc, però en canvi, són una gran superfície que s'oposa al vent i que pot generar esforços. A Catalunya cal preveure uns vents màxims entre 150 i 170 Km/h.

A l'hora de decidir la dimensió de les estructures, cal tenir en compte els següents elements:

- El material a escollir. Cal que sigui estable en el temps, preferiblement com l'acer inoxidable o l'alumini encara que també es troben de ferro galvanitzat i de fusta tractada amb autoclau.
- Els cargols i els elements de fixació. El material ideal és l'acer inoxidable. Tot material que estigui en contacte amb un altre tipus de material haurà d'incorporar virolles de plàstics per evitar corrosions galvàniques.
- Punts de subjecció. Sempre que sigui possible cal instal·lar els suports sobre una superfície horitzontal sobre estructures de formigó.

#### **8.1.5. Acumuladors d'energia elèctrica**

A les instal·lacions autònomes de subministrament d'electricitat, cal emmagatzemar l'energia captada durant les hores de Sol a fi de poder cobrir el subministrament durant les hores de no insolació. Per aquest motiu s'utilitzen els acumuladors d'energia elèctrica.

La principal característica d'aquests acumuladors és la capacitat que tenen de continua carrega i descarrega, a més han de tenir prou capacitat per assegurar el subministrament d'electricitat durant períodes de nuvolositat abundant.



Les funcions bàsiques dels acumuladors en instal·lacions solars són:

- Subministrar una potencia instantània superior a la dels mòduls solars.
- Mantenir estable el voltatge de la instal·lació.
- Subministrar energia en absència de radiació a causa de la nit, núvols, etc.

### **8.1.6. Reguladors de càrrega**

El regulador de càrrega és l'element que s'encarrega que tan en el procés de carrega com en el de descarrega dels acumuladors, es faci de tal manera que l'acumulador estigui sempre dins de les condicions correctes de funcionament.

Les prestacions més habituals dels reguladors de càrrega que es fa servir en les instal·lacions solars autònomes són:

- Protecció contra la sobrecàrrega de l'acumulador. Aquesta és la funció bàsica del regulador, ja que d'aquesta manera s'evita que la bateria s'escalfi.
- Alarma per bateria baixa. Consisteix en indicadors sonors i/o lluminosos que indiquen que l'acumulador està força descarregat.
- Desconnexió per bateria baixa. Aquesta funció fa que el regulador talli el subministrament de corrent elèctric cap als consums si el nivell de càrrega de l'acumulador és massa baixa, per tant, corre perill d'una descarrega profunda, fet que originaria problemes de sulfatació.
- Protecció contra curtcircuits. Aquesta funció permet, per mitjà d'un fusible, protegir el propi regulador.
- Visualització de funcions. Permet obtenir informació de manera visual de l'estat de la instal·lació.

### **8.1.7. Els convertidors d'energia elèctrica de corrent continu a corrent altern (cc/ca)**

Un convertidor d'energia és un element que transforma el corrent continu en corrent altern i que anomenem inversor.

Les principals característiques d'un inversor són:

- El voltatge d'entrada ( $V_{cc}$ ) ha de ser igual al de l'acumulador.
- El seu voltatge de sortida ( $V_{ca}$ ) ha de ser de 230 V a Europa.
- Ha de mantenir el voltatge de sortida, com a màxim, al voltant del  $\pm 10\%$ .
- Té una capacitat de sobrecàrrega i de protecció tèrmica.
- És un element eficient. L'eficiència energètica és la relació entre l'energia que facilita l'inversor als consums en corrent altern i l'energia que necessita el propi inversor a la bateria, a fi de donar servei.
- L'arrencada automàtica i estat en espera, permet que l'equip desconnecti els circuits de potencia en absència de consums i els reconnecti en el moment que faci falta.
- Té una protecció contra la inversió de polaritat i curtcircuits.

## 8.2. Manteniment de les instal·lacions

Tota instal·lació requereix un manteniment preventiu, en el cas de les petites instal·lacions passa principalment per tenir cura de la bateria reomplint-la amb aigua destil·lada per restituir les pèrdues per vaporització i/o electròlisi i verificant els borns de la bateria i les connexions, eliminant les restes d'òxid i de sals.

Pel seu correcte manteniment també s'han d'evitar una sèrie d'operacions:

- Descarregar la bateria per sota del 20% de la capacitat absoluta que tingui.
- Deixar el nivell d'electròlit per sota el nivell de cobertura de les plaques de plom.
- Fer la connexió directe a mòduls sense passar per un regulador de carrega
- Connectar bateries diferents en sèrie o en paral·lel.
- Afegir aigua de consum a la bateria.
- Manipular les bateries amb eines no protegides.
- Canviar la polaritat de la connexió.
- Reomplir les bateries amb àcid.

Per a garantir l'estat de les bateries la sala on es troba, ha de tenir una bona ventilació i evitar les temperatures extremes.

## 9. Dimensionament de la instal·lació solar fotovoltaica

Per tal de saber quina ha de ser la dimensió de la instal·lació fotovoltaica, cal tenir en compte els següents conceptes:

- Les dades d'entrada
  - Les necessitats a cobrir.
  - L'energia necessària.
  - La radiació incident.
- Les dades a calcular
  - Nombre de mòduls necessaris.
  - Capacitat de l'acumulador.
  - Secció de cable necessari.
  - Tipus d'equips auxiliars necessaris.

## 9.1. Les necessitats a cobrir

Les necessitats a cobrir son la suma de les potències que consumeixi tot aparell elèctric que s'utilitzi per a cobrir les necessitats de les persones que viuen a l'habitatge.

Element Elèctric	Unitats	Potència u.(kW)	Potència Total (kW)
Nevera	1	0,200	0,200
Rentadora	1	2,000	2,000
Rentavaixelles	1	2,500	2,500
Forn	1	1,500	1,500
Microones	1	1,000	1,000
Campana extractora	1	0,240	0,240
Cafetera	1	1,200	1,200
Torradora	1	1,260	1,260
Panell d'inducció	1	1,300	1,300
Planxa (roba)	1	2,200	2,200
Televisor	4	0,200	0,800
Ordinador	2	0,300	0,600
Consola	1	0,165	0,165
Carregador telèfon mòbil	3	0,005	0,015
Encaminador	1	0,025	0,025
Equip de música	1	0,070	0,070
Assecador de cabell	1	2,000	2,000
Refrigeració	1	1,868	1,868
Calefacció	1	1,868	1,868
ACS	1	1,868	1,868
Luminància	22	0,007	0,154
<b>TOTAL</b>			<b>22,834</b>

Taula 9. Potències dels equips elèctrics de l'habitatge. Font: Elaboració pròpia

## 9.2. L'Energia necessària

Les necessitats energètiques que s'han emprat pel dimensionament de l'habitatge son aquelles que garanteixen un bon nivell de confort segons les necessitats bàsiques considerades avui dia (nevera, rentadora, rentavaixelles, televisor, clima, etc).

Els elements d'aquest habitatge que comporten un consum energètic estan indicats a la taula 9, d'on s'extreuen els consums mensuals<sup>9</sup> per a cadascun d'aquests, obtenint el consum total anual (kWh/any).

S'observa que aquest consum total es troba lleugerament per sobre de la mitja<sup>10</sup> (3272kWh), ja que no disposa d'instal·lació de gas sent, per aquest habitatge, la electricitat l'única font d'energia.

<sup>9</sup> Es defineix un patró de consum mensual (KWh/mes) segons època hivernal i estival. Considerant els mesos d'hivern, des del mes d'octubre fins el mes de maig i estiu, des del mes de juny fins el mes de setembre.

<sup>10</sup> Aquesta mitja de referència s'ha extret de la pàgina WEB de la *Red Eléctrica de España (REE)*, en el que s'indica que el consum mitjà anual d'un habitatge espanyol és 3272kWh

Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot  
Guifré Oso Rosanes

Element Electric	Unitats	Potencia u. <sup>11</sup> (kW)	Potencia Total (kW)	Estiu (Juny-Setembre)		Hivern (Octubre-Maig)	
				Hores al mes	Consum al mes(kWh)	Hores al mes	Consum al mes(kWh)
Nevera	1	0,200	0,200	360,0	72,00	360,0	72,00
Rentadora	1	2,000	2,000	10,0	20,00	10,0	20,00
Rentavaixelles	1	2,500	2,500	4,3	10,71	7,5	18,75
Forn	1	1,500	1,500	7,0	10,50	7,0	10,50
Microones	1	1,000	1,000	4,0	4,00	4,0	4,00
Campana extractora	1	0,240	0,240	16,0	3,84	20,0	4,80
Cafetera	1	1,200	1,200	1,0	1,20	1,0	1,20
Torradora	1	1,260	1,260	1,0	1,26	1,0	1,26
Panell d'inducció	1	1,300	1,300	16,0	20,80	20,0	26,00
Planxa (roba)	1	2,200	2,200	8,0	17,60	8,0	17,60
Televisor	4	0,200	0,800	60,0	48,00	60,0	48,00
Ordinador	2	0,300	0,600	56,0	33,60	56,0	33,60
Consola	1	0,165	0,165	28,0	4,62	28,0	4,62
Carregador telèfon mòbil	3	0,005	0,015	224,0	3,36	224,0	3,36
Encaminador	1	0,025	0,025	720,0	18,00	720,0	18,00
Equip de musica	1	0,070	0,070	12,0	0,84	12,0	0,84
Assecador de cabell	1	2,000	2,000	0,2	0,40	2,0	4,00
Refrigeració	1	1,868	1,868	45,0	84,08	0,0	0,00
Calefacció	1	1,868	1,868	0,0	0,00	32,0	59,79
ACS	1	1,868	1,868	6,0	11,21	30,0	56,05
Luminància	22	0,007	0,154	36,0	5,54	66	10,16
TOTAL			22,834		371,57		414,54
				<b>Total Estiu</b>	<b>1486,27</b>	<b>Total Hivern</b>	<b>3316,29</b>

<b>Consum Total/ Any</b>	<b>4802,56</b>
--------------------------	----------------

Taula 10. Potències i consums dels equips elèctrics de l'habitatge. Font: Elaboració pròpia

<sup>11</sup> Potència u. equival a la Potència Unitària de cada element.

S'aplicarà un rendiment global de 0.75 per les instal·lacions<sup>12</sup>. On el valor de l'energia requerida pels consums, dividit entre el rendiment global s'obtindrà l'energia necessària.

$$E = \frac{\text{Total d'energia de consums}}{0.75 \text{ rendiment global de la instal·lació}} \left( \frac{kW}{h} \right)$$

Per tant la energia necessària és  $E = \frac{4802.56}{0.75} = 6403.41 kW/h$  en un any.

### 9.3. La radiació Incident

Per a calcular la radiació incident, farem servir les taules de radiació que ens determinaran la radiació incident, el lloc, la inclinació i la orientació que hem determinat.

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Radiació (MJ/m²dia)	7,6	10,13	13,65	17,38	20,19	21,34
Mes	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Radiació (MJ/m²dia)	20,51	17,88	14,24	10,54	7,76	6,68

Taula 11. Radiació Solar en MJ/m²/dia a Santa Pau, Garrotxa. Font: <http://icaen.gencat.cat>

Saben que  $1Kwh = 3.6 MJ$ , apliquem el factor de conversió i obtenim:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Radiació (kWh/m²dia)	2,11	2,81	3,79	4,83	5,61	5,93
Mes	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Radiació (kWh/m²dia)	5,70	4,97	3,96	2,93	2,16	1,86

Taula 12. Radiació Solar en kWh/m²/dia a Santa Pau, Garrotxa. Font: *Elaboració pròpia*.

Un cop disposem de la radiació en (kWh/m²dia), la dividirem entre la potencia de radiació estàndard que es fa servir per calibrar els mòduls, que és  $1000W/m^2$ , i obtindrem la quantitat de hsp (hores sol pic equivalents).

<sup>12</sup> Aquest factor engloba els rendiments particulars del regulador, de l'acumulador i del convertidor de cc/ca, de manera que l'energia que cal produir sempre serà superior a l'energia que es vol subministrar als consums.

$$hsp = \frac{\text{Radiació segons taules de radiació } \left( \frac{kWh}{m^2} / dia \right)}{\text{Potència estàndard per a calibrar els panells } \left( \frac{kWh}{m^2} \right)} = (h)$$

Calculem primer el mes de gener :

$$hsp \text{ gener} = \frac{2.11 \frac{kWh}{m^2} / dia}{1 \frac{kWh}{m^2}} = 2.11 hsp$$

I posteriorment els altres mesos del any.

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Radiació (hsp/dia)	2,11	2,81	3,79	4,83	5,61	5,93
Mes	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Radiació (hsp/dia)	5,70	4,97	3,96	2,93	2,16	1,86

Taula 13. Radiació Solar en hsp/dia a Santa Pau, Garrotxa. Font: Elaboració pròpia.

El valor de radiació solar més desfavorable és el més de desembre : **1.86 hsp**

## 9.4. El nombre de mòduls necessaris

El nombre de mòduls necessaris quedarà determinat per la següent fórmula:

$$\text{Nombre de mòduls} = \frac{\text{Energia necessaria } \left( \frac{Wh}{dia} \right)}{\text{Potència pic del mòdul } (Wp) \times \text{Radiació } \left( \frac{hsp}{dia} \right)}$$

Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot  
Guifré Oso Rosanes

De mòduls fotovoltaics es selecciona el mòdul I-110 d'ISOFOTON amb les següents característiques:

CARACTERÍSTICAS	I-110/12	I-110/24
<b>FÍSICAS</b>		
Dimensiones	1310 x 654 x 39,5 mm	
Peso	11,5 kg	
Número de células en serie	36	72
Número de células en paralelo	2	1
TONC (800 W/m <sup>2</sup> , 20 °C, AM 1.5, 1m/s)	47 °C	
<b>ELÉCTRICAS (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C célula, AM 1.5)</b>		
Tensión nominal (V <sub>n</sub> )	12 V	24 V
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	110 W <sub>P</sub> ± 10 %	
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,76 A	3,38 A
Tensión de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	21,6 V	43,2 V
Corriente de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	6,32 A	3,16 A
Tensión de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	17,4 V	34,8 V
<b>CONSTRUCTIVAS</b>		
Células	Si monocristalino, texturadas y con capa antirreflexiva	
Contactos	Contactos redundantes, múltiples, en cada célula	
Laminado	EVA (etilen-vinil acetato)	
Cara frontal	Vidrio templado de alta transmisividad	
Cara posterior	Protegida con Tedlar de varias capas	
Marco	Aluminio anodizado	
Cajas de conexión	IP 65 con diodos de bypass	
Toma de tierra	Si	
Especificaciones	IEC 61215 y Clase II mediante certificado TÜV	
Sección de cable	4-10 mm <sup>2</sup>	
Terminal de conexión	Bornera atornillable con posibilidad de soldadura/ Multicontacto opcional	

Taula 14. Característiques mòdul fotovoltaic I-110 d'ISOFOTON. Font: <https://es.scribd.com>

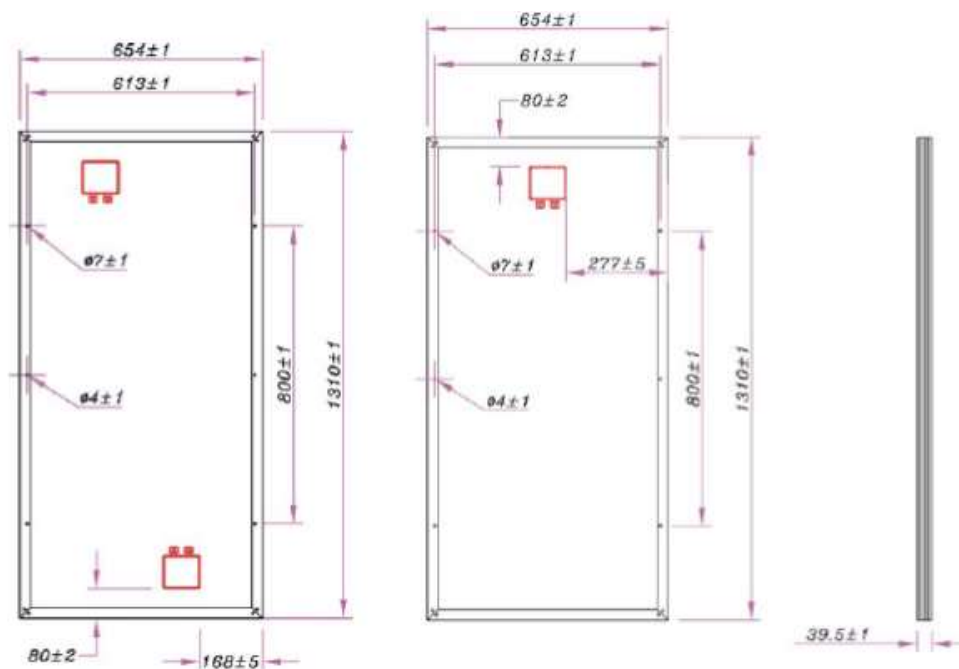


Figura 13. Dimensions mòdul fotovoltaic I-110 d'ISOFOTON. Font: <https://es.scribd.com>

L'energia necessària seria, la ja obtinguda anteriorment, de 6403.41kWh/any.

Al necessitar la dada en Wh/dia es fa el següent factor de conversió:

$$E = 6403.41 \frac{kWh}{any} \times \frac{1any}{365dies} \times \frac{1000Wh}{1kWh} = 17543Wh/dia$$

Com s'observa a la taula 14, la potència de pic es de 110 WP  $\pm 10\%$ , que seria igual a 121Wp com a potència màxima.

Per tant, el nombre de mòduls seria igual a:

$$Nombre\ de\ mòduls = \frac{17543 \left(\frac{Wh}{dia}\right)}{121\ (Wp) \times 1.86 \left(\frac{hsp}{dia}\right)} = 78\ mòduls$$

## 9.5. La capacitat de l'acumulador

La bateria és el magatzem d'energia de la instal·lació fotovoltaica i per tant, quedarà determinada depenent de la autonomia que es vulgui obtenir i que pot variar en funció del tipus d'instal·lació.

- Instal·lacions totalment autònomes i de difícil accés (7 a 15 dies)<sup>13</sup>.
- Electrificació rural (4 a 6 dies).
- Electrificació d'habitatges de cap de setmana (2 a 3 dies).

Per calcula la capacitat que ha de tenir la bateria s'aplica la següent fórmula:

$$Capacitat\ de\ la\ bateria = \frac{Energia\ necessaria\ x\ dies\ d'autonomia}{voltatge\ x\ Profunditat\ de\ descàrrega\ de\ la\ bateria}$$

La profunditat de descàrrega mitjana d'una bateria depèn del tipus que es faci servir:

El valor per el tipus d'instal·lació seria entre 0.6 i 0.8.

Per tant,

$$Capacitat\ de\ la\ bateria = \frac{\frac{17543Wh}{dia} * 4\ dies}{24V * 0.8} = 913.70\ Ah$$

---

<sup>13</sup> Dies d'autonomia com dies de núvols seguits.



## 9.6. La selecció de cable necessari

Per tal d'obtenir un bon rendiment global de la instal·lació és bàsic que la selecció del cable sigui l'adequada. Els conductors elèctrics, de coure, tenen per funció la de transportar l'electricitat, malauradament no són perfectes i ofereixen una resistència de pas de l'energia.

Aquesta resistència elèctrica es materialitza en dos efectes que són la caiguda de tensió del conductor (màxim de 3%) i les pèrdues energètiques per l'efecte Joule<sup>14</sup>.

Per evitar aquests dos problemes es calcula la secció de cable mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Secció del cable de coure (mm}^2\text{)} = \frac{200 \times 0.0172 \times \text{longitud del cable} \times \text{intensitat}}{\% \text{ caiguda de tensió} \times \text{voltatge}}$$

Si la longitud de cable necessària per la instal·lació és de 18 metres la secció del cable serà de :

$$\text{Secció del cable de coure} = \frac{200 \times 0.0172 \times 18 \times 123.24}{3 \times 24} = \mathbf{105.98 \text{ mm}^2}$$

En aquest cas, la secció normalitzada més propera seria de **120 mm<sup>2</sup>**.

---

<sup>14</sup> És l'efecte que es dona quan un conductor per on circula electricitat, part de l'energia cinètica que tenen els electrons es transforma en calor degut al xoc dels mateixos amb les molècules del conductor.

## 10. Carregues tèrmiques

El càlcul de carregues tèrmiques s'ha realitzat tenint en compte les següents condicions exteriors, interiors i les característiques constructives de l'edificació.

### 10.1. Condicions Exteriors

Condicions Exteriors							
Província	Ciutat	Latitud(°)	T° estiu(°C)	T° hivern(°C)	Humitat relativa estiu(%)	Humitat relativa hivern(%)	Rang Diari(°C)
Girona	Olot	42,18	31,4	-3	57	80	10

Altitud	
1453,41(Ft)	443(m)

Taula 15. Condicions exteriors de l'habitatge. Font: MeteoCat, <https://www.idescat.cat>

### 10.2. Condicions Interiors

Condicions Interiors de Disseny				
Confort general	Estiu		Hivern	
	TBS(°C)	Humitat relativa	TBS(°C)	Humitat relativa
Habitatge	25	50	21	45

Taula 16. Condicions interiors de l'habitatge. Font: Elaboració pròpia

Material			
Mur Exterior: Mur de maó ample amb aïllament	Transmitància	0.81	W/m <sup>2</sup> *°C
	Pes	500	kg/m <sup>2</sup>
Parets Interiors: Paredó de totxana	Transmitància	1,4	W/m <sup>2</sup> *°C
Teulada Exterior: Teulada de paviment amb formigó i aïllant	Transmitància	0.81	W/m <sup>2</sup> *°C
	Pes	400	kg/m <sup>2</sup>
Porta	Transmitància	0.9	W/m <sup>2</sup> *°C
Vidre: Doble vidre amb cambra d'aire entre els dos vidres	Transmitància	2.56	W/m <sup>2</sup> *°C
	Factor solar (Fs <sup>15</sup> )	73	%
Cobertura Exterior: Persiana exterior	Factor protecció solar (Fps <sup>16</sup> )	22	%

Taula 17. Materials que conformen l'habitatge. Font: Elaboració pròpia

<sup>15</sup> És el tan per cent de radiació que travessa el vidre.

<sup>16</sup> És el tan per cent de radiació que travessa la cobertura.

	Orientació	Superfícies(m²)
Murs		78,68
Finestres	Nord	2,7
	Oest	2,5
	Est	0,43
	Sud	4,69
Porta		2
		91

Taula 18. Superfícies dels materials que conformen l'habitatge. *Font: Elaboració pròpia*

Les transmitàncies tèrmiques son superiors a que les que marca el CTE.

Segons RITE, per la determinació del caudal d'aire en una vivenda ens hem de basar en l'IDA2.

### 10.3. Carrega tèrmica de calefacció

La carrega tèrmica de calefacció és calcula mitjançant la següent formula:

$$Q_{ct} = (Q_{stm} + Q_{si} - Q_{saip}) \times (1 + F) + Q_{sv} \text{ (Eq.1)}$$

On:

$Q_{stm}$  = Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments (W).

$Q_{si}$  = Pèrdua de calor sensible per infiltracions d'aire exterior (W).

$Q_{saip}$  = Guany de calor sensible per aportacions internes permanents (W).

F = Suplements

$Q_{sv}$  = Pèrdua de calor sensible per aire de ventilació (W).

$$Q_{ct} = (2206.45 + 1513.512 - 0) \times (1 + 0) + 2223.94 = 5943.9 \text{ W}$$

Trobarem tots els càlculs a l'apartat de l'annex 16.2

#### 10.3.1. Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments

$$Q_{stm} = U \times A \times (T_i - T_e) \text{ (Eq.2)}$$

On:

U = Transmitància tèrmica del tancament (W/m²K). Obtingut del CTE.

A = Superfície del tancament (m²).

$T_i$  = Temperatura interior de disseny de l'habitatge (°K).

$T_e$  = Temperatura exterior de disseny (°K). ( $T_e$  mínima).

Per tal de determinar el  $Q_{stm}$ , s'ha de calcular per separat el  $Q_{stm}$  del vidre, del mur i de la porta.

$$Q_{stm} = Q_{stmv} + Q_{stmm} + Q_{stmp} = 633.71 + 1529.54 + 43.2 = 2206.45 \text{ W}$$

### 10.3.2. Pèrdua de calor sensible per infiltracions d'aire

$$Q_{si} = V_{ae} \times 0.33 \times (T_i - T_e) \text{ (Eq.3)}$$

On:

$V_{ae}$  = Caudal d'aire exterior fred que s'introdueix a l'interior de l'habitatge ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$T_i$  = Temperatura interior de disseny de l'habitatge ( $^{\circ}\text{K}$ ).

$T_e$  = Temperatura exterior de disseny ( $^{\circ}\text{K}$ ).

El caudal d'aire exterior fred que s'introdueix a l'interior de l'habitatge es calcula:

$$V_{ae} = V \times n \text{ (Eq.4)}$$

On:

$V$  = Volum de l'habitatge ( $\text{m}^3$ ).

$n$  = Numero de renovacions per hora (ren/h).

$$Q_{si} = 191.1 \times 0.33(294 - 270) = 1513.512 \text{ W}$$

### 10.3.3. Guany de calor sensible per aportacions internes

$$Q_{saip} = Q_{sil} + Q_s + Q_{sad} \text{ (Eq.5)}$$

On:

$Q_{sil}$  = Guany intern de calor sensible per il·luminació (W).

$Q_s$  = Guany intern de calor sensible degut a la ocupació (W).

$Q_{sad}$  = Guany intern de calor sensible per aparells diversos (W).

$$Q_{saip} = 0 \text{ W}$$

### 10.3.4. Suplements

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe} \text{ (Eq.6)}$$

On:

$Z_o$  = Suplements per orientació Nord

$Z_{is}$  = Suplement per interrupció del servei

$Z_{pe}$  = Suplement per més de 2 parets exteriors.

$$F = 0 \text{ W}$$

### 10.3.5. Pèrdua de calor sensible per aire de ventilació

$$Q_{sv} = V_v \times 0.33 \times (T_i - T_e) \text{ (Eq.7)}$$

On:

$V_v$  = Caudal d'aire exterior necessari per la ventilació de l'habitable ( $\text{m}^3/\text{h}$ ). Estimat segons RITE i CTE.

$T_i$  = Temperatura interior de disseny de l'habitatge ( $^{\circ}\text{K}$ ).

$T_e$  = Temperatura exterior de disseny ( $^{\circ}\text{K}$ ). És la temperatura de la localitat del projecte.

$$Q_{sv} = 280.8 \times 0.33(294 - 270) = \mathbf{2223.94 \text{ W}}$$

### 10.4. Carrega tèrmica de refrigeració

La carrega tèrmica de refrigeració d'un habitacle s'obté :

$$Q_r = Q_{st} + Q_{lt} \text{ (Eq.8)}$$

On:

$Q_{st}$  = Aportació o carrega tèrmica sensible (W).

$Q_{lt}$  = Aportació o carrega tèrmica latent (W).

$$Q_r = 5094.61 + 2824.94 = \mathbf{7919.55 \text{ W}}$$

#### 10.4.1. Carrega tèrmica sensible

$$Q_{st} = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{stm} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{sv} \text{ (Eq.9)}$$

On :

$Q_{sr}$  = Calor per radiació solar a traves de vidre (W).

$Q_{str}$  = Calor per transmissió i radiació a traves de parets i sostres exteriors (W).

$Q_{stm}$  = Calor per transmissió a traves de parets, sostres i portes interiors, terres i finestres (W).

$Q_{si}$  = Calor sensible per infiltracions d'aire exterior (W).

$Q_{sai}$  = Calor sensible per aportacions internes (W).

$Q_{sv}$  = Calor sensible per aire de ventilació (W).

$$Q_{st} = 219.08 + 1422.2 + 1044.95 + 378.38 + 1475 + 555 = \mathbf{5094.61 \text{ W}}$$

##### 10.4.1.1. Calor per radiació solar a traves de vidre

$$Q_{sr} = R \times A \times f_{cr} \times f_{at} \times f_{alm} \text{ (Eq.10)}$$

On:

$R$  = Radiació solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

A = Superfície de la finestra (m²).

fcr = Factor de correcció de la radiació solar.

fat = Factor d'atenuació per persiana.

falm = factor d'emmagatzematge en les estructures de l'habitatge.

$$Q_{sr} = 510.56 * 10.32 * 0.27 * 0.22 * 0.7 = 219.08 \text{ W}$$

#### 10.4.1.2. Calor per transmissió i radiació a través de parets i sostres exteriors

$$Q_{str} = U \times A \times DET \text{ (Eq.11)}$$

On:

U = Transmissió tèrmica del tancament (W/m²K). Obtingut del CTE.

A = Superfície del tancament.

DET = Diferència d'equivalent de temperatures (°K).

La diferència d'equivalent de temperatures la calculem de la següent manera :

$$DET = a + DET_s + b \times \left( \frac{R_s}{R_m} \right) \times (DET_m - DET_s) \text{ (Eq.12)}$$

On:

a = Coeficient corrector que té en compte :

- Un increment diferent de 8° C en les temperatures interior i exterior.
- Una OMD de 11°C.

DET<sub>s</sub> = Diferència equivalent de temperatura considerada pel tancament a l'ombra.

DET<sub>m</sub> = Diferència equivalent de temperatura considerada pel tancament solejat.

b = Coeficient corrector que considera el color de la cara exterior de la paret.

- Color fosc , b = 1.
- Color mitja, b = 0.78.
- Color clar, b = 0.55.

R<sub>s</sub> = Màxima insolació, corresponent al mes i latitud suposats, per la orientació considerada.

R<sub>m</sub> = Màxima insolació, corresponent al mes de Juliol i a 40° Nord, per la orientació considerada.

$$Q_{str} = Q_{strmur} + Q_{strsostre} = 224.2 + 1198 = 1422.2 \text{ w}$$

#### 10.4.1.3. Calor per transmissió a través de parets, sostres i portes interiors, terres i finestres

$$Q_{stm} = U \times A \times (T_e - T_i) \text{ (Eq.13)}$$

On:

U = Transmissió tèrmica del tancament (W/m²K). Obtingut del CTE.

A = Superfície del tancament (m²).

T<sub>i</sub> = Temperatura interior de disseny de l'habitatge (°K).

T<sub>e</sub> = Temperatura exterior de disseny (°K).

$$Q_{stm} = Q_{stms} + Q_{stmm} + Q_{stmv} + Q_{stmp} = 491.4 + 384.32 + 158.43 + 10.8 = 1044.95 \text{ W}$$

#### 10.4.1.4. Calor sensible per infiltracions d'aire exterior

$$Q_{si} = V_{ae} \times 0.33 \times (T_i - T_e) \text{ (Eq.14)}$$

On:

$V_{ae}$  = Caudal d'aire exterior fred que s'introdueix a l'interior de l'habitatge ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$T_i$  = Temperatura interior de disseny de l'habitatge ( $^{\circ}\text{K}$ ).

$T_e$  = Temperatura exterior de disseny ( $^{\circ}\text{K}$ ).

El caudal d'aire exterior fred que s'introdueix a l'interior de l'habitatge es calcula:

$$V_{ae} = V \times n \text{ (Eq.15)}$$

On:

$V$  = Volum de l'habitatge ( $\text{m}^3$ ).

$n$  = Numero de renovacions per hora (ren/h).

$$Q_{si} = 191.1 \times 0.33(304 - 298) = 378.38 \text{ W}$$

#### 10.4.1.5. Calor sensible per aportacions internes

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_s + Q_{sad} \text{ (Eq.16)}$$

On:

$Q_{sil}$  = Guany intern de calor sensible per il·luminació (W).

$Q_s$  = Guany intern de calor sensible degut a la ocupació (W).

$Q_{sad}$  = Guany intern de calor sensible per aparells diversos (W).

$$Q_{sil} = 455 + 520 + 500 = 1475 \text{ W}$$

#### 10.4.1.6. Calor sensible per aire de ventilació

$$Q_{sv} = V_v \times 0.33 \times (T_i - T_e) \text{ (Eq.17)}$$

On:

$V_v$  = Caudal d'aire exterior necessari per la ventilació de l'habitable ( $\text{m}^3/\text{h}$ ). Estimat segons RITE i CTE.

$T_i$  = Temperatura interior de disseny de l'habitatge ( $^{\circ}\text{K}$ ).

$T_e$  = Temperatura exterior de disseny ( $^{\circ}\text{K}$ ). És la temperatura de la localitat del projecte.

$$Q_{sv} = 280.3 \times 0.33(304 - 298) = 555 \text{ W}$$

### 10.4.2. Carrega tèrmica latent

$$Q_{lt} = Q_{li} + Q_{lai} + Q_{lv} \text{ (Eq.18)}$$

On:

$Q_{li}$  = Calor latent per infiltracions d'aire exterior (W).

$Q_{lai}$  = Calor latent per aportacions internes (W).

$Q_{lv}$  = Calor latent per aire de ventilació (W).

$Q_{lt} = 978.68 + 410 + 1612.85 = 2824.94 \text{ W}$
---

#### 10.4.2.1. Calor latent per infiltracions d'aire exterior

$$Q_{li} = V_{ae} \times 0.84 \times (W_e - W_i) \text{ (Eq19)}$$

On:

$V_{ae}$  = Caudal d'aire exterior calent que s'introdueix en l'habitatge ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

$W_e$  = Humitat absoluta de l'aire exterior ( $\text{gw}/\text{kga}$ ).

$W_i$  = Humitat absoluta de l'aire interior ( $\text{gw}/\text{kga}$ ).

El caudal d'aire exterior calent que s'introdueix a l'interior de l'habitatge es calcula:

$$V_{ae} = V \times n \text{ (Eq.20)}$$

On:

$V$  = Volum de l'habitatge ( $\text{m}^3$ ).

$n$  = Numero de renovacions per hora ( $\text{ren}/\text{h}$ ).

$Q_{li} = 191.1 \times 0.84(16.1 - 10) = 978.68 \text{ W}$
--

#### 10.4.2.2. Calor latent per aportacions internes

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lad} \text{ (Eq.21)}$$

On:

$Q_{lp}$  = Guany intern de calor latent degut als ocupants (W).

$Q_{lad}$  = Guany intern de calor latent per aparells diversos (W).

$Q_{lai} = 60 + 350 = 410 \text{ W}$
--------------------------------------



### 10.4.2.3. Calor latent per aire de ventilació

$$Q_{lv} = V_v \times 0.33 \times (W_i - W_e) \text{ (Eq.22)}$$

On:

$V_v$  = Caudal d'aire exterior necessari per la ventilació de l'habitatge ( $\text{m}^3/\text{h}$ ). Estimat segons RITE i CTE.

$W_e$  = Humitat absoluta de l'aire exterior ( $\text{gw}/\text{kga}$ ).

$W_i$  = Humitat absoluta de l'aire interior ( $\text{gw}/\text{kga}$ ).

$$Q_{lv} = 280.3 \times 0.84(16.1 - 10) = 1436.26 \text{ W}$$

## 11. Càlcul demanda ACS

Per calcular el consum d'ACS en un habitatge es necessita determinar els litres per dia que consumeix una persona i el total de persones que hi viuen .

Aquestes dades apareixen en les taules del apartat 4.1 i 4.2 secció HE4 del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Taula 19. Demanda d'ACS de referencia a 60°C. Font: CTE

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Taula 20. Valors mínims d'ocupació de càlcul en ús residencial privat. Font: CTE

El consum d'ACS es calcularà amb la següent formula :

$$\text{Consum ACS} = \frac{\text{litres}}{\text{dia} * \text{persona}} * n^{\circ} \text{ de persones} = 28 * 4 = \mathbf{152 \text{ l/dia}}$$

El numero de persones es considera de 4, perquè la sala de jocs es considera un dormitori, i per tant, en l'habitatge hi ha un total de 3 dormitoris i segons CTE el nombre de persones per 3 dormitoris és 4.

## 12. Pressupost instal·lació fotovoltaica

A la següent taula (taula 21), es pot observar el cost total de la instal·lació fotovoltaica.

Material	Preu Unitari(€/u.)	Unitats(u)	Preu Total(€)
Mòdul fotovoltaic Mòdul I-110 ISOFOTON	80,00	78	6240,00
Bateria Solar MIDAC OPZS 953 AH	1785,00	1	1785,00
Estructura Regulable FV915	700,00	2	1400,00
Inversor 5Kva 24 híbrid Regulador PWM 50A	785,00	1	785,00
Cablejat Exterior RZ1-K	14,92	18	268,56
Mà d'obra	500,00	1	500,00
<b>Total Instal·lació</b>			<b>10978,56</b>

Taula 21. Pressupost instal·lació fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia.

Per tal de saber si la instal·lació fotovoltaica seria rentable, s'ha de determinar el cost en energia elèctrica que es tindria en un any a l'habitatge i en quants anys podríem amortitzar la instal·lació.

Per determinar el consum elèctric (taula 22), s'ha escollit una potencia contractada normalitzada de 10.35 KW, que multiplicada pels dies del mes i pel preu fixe, determinem l'import fixe bimensual. Per determinar l'import variable, que és l'altre part de la factura elèctrica, s'ha de multiplicar el consum bimensual pel preu variable d'electricitat.

Preu fixe electricitat (€/KWh)	0,14
Preu variable electricitat (€/KWh)	0,16
Consum mitja en 2 mesos (KWh)	800,35
Potencia Contractada (KW)	10,35

Import per potencia contractada(€)	86,99
Import per energia consumida(€)	130,40
IVA (21%)(€)	45,65

Total Factura Bimensual Electricitat (€)	263,05
Total Factura Anual Electricitat (€)	1578,29

Taula 22. Cost elèctric anual de l'habitatge. Font: *Elaboració pròpia*.

Per determinar si la instal·lació és viable, s'ha de calcular en quant temps s'amortitzaria. Una instal·lació fotovoltaica és viable si s'amortitza entre 5 i 8 anys.

$$\text{Amortització} = \frac{10978.56}{1578.29} = 6.96 \text{ anys} \approx \mathbf{7 \text{ anys}}$$

La instal·lació s'amortitzaria en uns 7 anys, tenint en conte que la vida útil d'aquestes instal·lacions són de 25-30 anys i encara que té uns costos de manteniment, tot i així, resulta una bona inversió.

## 13. Conclusió

Els objectius principals inicials eren fer un estudi tèrmic d'un habitatge a Olot, el dimensionament del sistema de climatització i l'estudi de la instal·lació fotovoltaica per tal de que el consum de l'habitatge fos zero.

Es pot dir, que aquest ha respòs als objectius citats inicialment. Després de la realització de l'estudi i dels càlculs pertinents, s'han obtingut uns resultats finals que verifiquen tan el sistema de climatització escollit com la instal·lació fotovoltaica.

Per últim, m'agradaria remarcar que la instal·lació fotovoltaica és possible ja que en una casa es disposa d'espai per a la seva instal·lació. Seria positiu que s'estudiés la manera de dur a terme aquests tipus d'instal·lacions en pisos que no disposessin tant espai per a la instal·lació, d'aquesta manera tots els tipus d'habitatges (pisos i cases) es poguessin auto bastir energèticament.

## 14. AGRAÏMENTS

Primer de tot m'agradaria agrair els meus companys de Mitsubishi Electric per la seva ajuda durant la realització d'aquest treball de final de grau.

També m'agradaria agrair a la meva família, sobretot a la meva mare i a la meva parella, ja que sense el seu suport i consells hagués sigut molt més difícil la realització d'aquest treball.

## 15. Bibliografia

Referències bibliogràfiques consultades:

ICAEN. Institut català d'energia.

RITE. Reglament d'instal·lacions tèrmiques dels edificis.

CTE.HE-HS. Codi tècnic de l'edificació HE-HS.

TAULES DE DEDES DE LA XARXA D'ESTACIONS METEOROLÒGIQUES DE CATALUNYA. Generalitat de Catalunya.

MARCOMBO. MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO. Carrier

Pàgines web consultades:

<https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/recuperacion-de-calor-ventilacion/>

[https://www.ree.es/sites/default/files/interactivos/como\\_consumimos\\_electricidad/como-varia-mi-consumo.html](https://www.ree.es/sites/default/files/interactivos/como_consumimos_electricidad/como-varia-mi-consumo.html)

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_17\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_con\\_equipos\\_autonomos\\_5bd3407b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf)

<https://es.mitsubishielectric.com/es/>

<https://tarifasgasluz.com/faq/potencia-contratada/normalizada>

<https://www.ilumitec.es/cable-unipolar-libre-halogenos-120-mm2-rz1k>

<https://www.wccsolar.net/product-page/hibrido-5kva-24v-regulador-pwm-50a-cargador-60a>

[http://habitatge.gencat.cat/web/.content/home/ambits\\_dactuacio/qualitat\\_tecnica/sostenibilitat\\_i\\_ecoeficiencia\\_en\\_els\\_habitatges/docs/43\\_116400.pdf](http://habitatge.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/qualitat_tecnica/sostenibilitat_i_ecoeficiencia_en_els_habitatges/docs/43_116400.pdf)

## 16. ANNEX

### 16.1. Característiques tècniques

#### 16.1.1. Característiques tècniques del sistema de clima de l'habitatge

- Unitat exterior

Unidad exterior			PUHZ-FRP71VHA
Unidades Interiores ATW	(Hydrobox/Hydrobox Duo)		EHST20C-VM2C
Capacidad Nominal	W:35°C; A: 7 / 2 / -7°C	[kW]	8,00 / 7,50 / 7,00
Capacidad Máxima	W:35°C; A: 7 / 2 / -7°C	[kW]	10,20 / 7,80 / 7,40
Capacidad Refrigeración ATA	Nominal	[kW]	7,1
Caudal nominal del circuito		[L/min]	22,9
COP Nominal	W:35°C; A: 7 / 2 / -7°C		4,08 / 2,83 / 2,80
Eficiencia estacional Baja T <sup>a</sup>	$\eta_{S,MED}$ (Rango) / $\eta_{S,CAL}$	[%]	163% (A++) / 226%
Eficiencia estacional Media	$\eta_{S,MED}$ (Rango) / $\eta_{S,CAL}$	[%]	123% (A+) / 150%
Rangos de T <sup>a</sup> Aire exterior	Calefacción (mín / máx)	[°C]	-20 / +35
	ACS (mín / máx)	[°C]	-20 / +35
Rangos de T <sup>a</sup> Circuito	Impulsión (máx)	[°C]	+60
	Retorno (mín / máx)	[°C]	+11 / 59
Conexión: Ø tuberías	Líquido - Gas	[pul]	3/8 - 5/8
Conexión:Longitud máxima	Vertical / Total	[m]	20 / 30
ACS: Cap. tanque / Perfil consumo			200 L / "L"
ACS: Efic. Estacional	$\eta_{hw,MED}$ (Rango) / $\eta_{hw,CAL}$	[%]	98% (A) / 110%
Alimentación eléctrica			1 Fase / 230V / 50Hz
Resistencia de apoyo			Monofásica 2kW

# Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot

## Guifré Oso Rosanes

### – Unitat interior ATA

INDOOR UNIT	Service Ref.		PEAD-M71JA(L)	
	Mode		Cooling	Heating
	Power supply		Single phase, 50Hz, 220-240V	
	Input	* 1 kW	0.17 (0.15)	0.15
	Running Current	* 1 A	1.28 (1.17)	1.17
	External finish		Galvanized sheets	
	Heat exchanger		Plate fin coil	
	Fan		Sirocco fan × 2	
	Fan (drive) × No.		0.121	
	Fan motor output		kW	
	Airflow (Low-Mid-High)		m³/min (CFM)	
	External static pressure		Pa	
	Booster heater		kW	
	Operation control & Thermostat		Remote controller & built-in	
	Sound pressure level (Low-Mid-High)	35Pa	25-29-34	
		50Pa	26-30-34	
		70Pa	27-31-35	
		100Pa	28-32-36	
		150Pa	30-35-39	
	Field drain pipe O.D		mm (in.)	
	Dimensions		mm (in.)	
			mm (in.)	
			mm (in.)	
	Weight		kg	
			lbs	

### – Unitat interior ATW

Model name (Service Ref.)		EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK	EHST26C-VM2C-UK
Nominal domestic hot water volume		200L											
Overall unit dimensions		1000 × 595 × 680 mm (Height × Width × Depth)											
Weight (empty)		110 kg	111 kg	112 kg	112 kg	104 kg	105 kg	106 kg	103 kg	103 kg	96 kg	103 kg	97 kg
Weight (full)		320 kg	321 kg	322 kg	322 kg	314 kg	315 kg	316 kg	313 kg	312 kg	305 kg	312 kg	306 kg
Water volume of heating circuit in the unit *1		6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	6.6 kg	5.7 kg	5.7 kg	5.7 kg	5.7 kg
Plate heat exchanger (MWA2)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plate heat exchanger (MWA1)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unvented expansion vessel (Primary heating)		12 L											
Control thermostat		1 bar											
Water circuit (Primary)		1-80°C											
Pressure relief valve		0.3 MPa (3bar)											
Flow sensor		Min. flow 5.0 L/min											
Booster heater		90°C											
Thermal Cut-out (for dry run prevention)		121°C											
Control thermostat		40-70°C											
Temperature and pressure relief valve/		1.0 MPa (10 bar)											
Pressure relief valve		—											
Primary circuit circulating Pump		Grundfos UPM2 15-70 130											
Sanitary circuit circulating Pump		Grundfos UPSO 15-60 130 CIL2											
Water		28 mm compression primary circuit/ 22 mm compression DHW circuit											
Refrigerant (R410A)		9.52 mm											
Gas		15.88 mm											
Flow temperature		25-60°C											
Cooling		—											
Room temperature		10-30°C											
Cooling		—											
Ambient *2		0-35°C (≤ 80 %RH)											
Heating		See outdoor unit spec table											
Outdoor temperature		—											
Maximum allowable hot water temperature		70°C											
Time to raise DHW tank temp. 15-65°C *5		22.75 min											
Time to reheat 70% of DHW tank to 65°C *5		17.17 min											
Control board		~N, 230 V, 50 Hz											
Breaker (when powered from independent source)		10 A											
Power supply (Phase, voltage, frequency)		~N, 230 V, 50 Hz	~N, 230 V, 50 Hz	3~ 400 V, 50 Hz	3~ 230 V, 50 Hz	~N, 230 V, 50 Hz	~N, 230 V, 50 Hz	3~ 400 V, 50 Hz	~N, 230 V, 50 Hz	—	~N, 230 V, 50 Hz	—	~N, 230 V, 50 Hz
Capacity		2 kW	2 kW+4 kW	3 kW+6 kW	3 kW+6 kW	2 kW	2 kW+4 kW	3 kW+6 kW	—	2 kW	—	2 kW	3 kW+6 kW
Current		9 A	26 A	13 A	23 A	9 A	26 A	13 A	—	9 A	—	9 A	13 A
Breaker		16 A	32 A	16 A	32 A	16 A	32 A	16 A	—	16 A	—	16 A	16 A
Power supply (Phase, voltage, frequency)		—											
Capacity		—											
Current		—											
Breaker		—											
Sound level		28dBA											

- Control remot

Remote controller function		
* The functions which can be used are restricted according to the model. <span style="float: right;">○ : Supported    ✕ : Unsupported</span>		
	Function	PAR-33MAA
		Slim      City multi
Body	Product size H × W × D (mm)	120 × 120 × 19
	LCD	Full Dot LCD
	Backlight	○
Energy-saving	Energy-saving operation schedule	○      ○
	Automatic return to the preset temperature	○
Restriction	Setting the temperature range restriction	○
Function	Operation lock function	○
	Weekly timer	○
	On / Off timer	○
	High Power	○      ✕
	Manual vane angle	○
	Auto (dual set point) mode	✕      ○
Maintenance	Auto descending panel operation	○
	Clock	○
	Language selection	○
	Night setback	○
	Smooth maintenance	○      ✕
	Refrigerant leak check	○      ✕
Support	Contact information (Manual entry)	○
	Model name Serial No (Manual entry)	○

## 16.1.2. Característiques tècniques de la instal·lació fotovoltaica

- Mòdul Fotovoltaic : I-110 ISOFOTON

CARACTERÍSTICAS	I-110/12	I-110/24
<b>FÍSICAS</b>		
Dimensiones	1310 x 654 x 39,5 mm	
Peso	11,5 kg	
Número de células en serie	36	72
Número de células en paralelo	2	1
TONC (800 W/m <sup>2</sup> , 20 °C, AM 1.5, 1m/s)	47 °C	
<b>ELÉCTRICAS (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C célula, AM 1.5)</b>		
Tensión nominal (V <sub>n</sub> )	12 V	24 V
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	110 W <sub>P</sub> ± 10 %	
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,76 A	3,38 A
Tensión de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	21,6 V	43,2 V
Corriente de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	6,32 A	3,16 A
Tensión de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	17,4 V	34,8 V
<b>CONSTRUCTIVAS</b>		
Células	Si monocristalino, texturadas y con capa antirreflexiva	
Contactos	Contactos redundantes, múltiples, en cada célula	
Laminado	EVA (etilen-vinil acetato)	
Cara frontal	Vidrio templado de alta transmisividad	
Cara posterior	Protegida con Tedlar de varias capas	
Marco	Aluminio anodizado	
Cajas de conexión	IP 65 con diodos de bypass	
Toma de tierra	Si	
Especificaciones	IEC 61215 y Clase II mediante certificado TÜV	
Sección de cable	4-10 mm <sup>2</sup>	
Terminal de conexión	Bornera atornillable con posibilidad de soldadura/ Multicontacto opcional	

– **Bateria Solar : MIDAC OPZS 953Ah**

Características:

- Medidas: 210 x 191 x 721 mm.
- Peso: 56 Kg cada vaso.
- Voltaje: 2V cada vaso (6 vasos en total: 12V).
- Tipo de batería: Estacionaria OPZS.
- Capacidad en C100: 1112Ah, y en C10: 700Ah.
- Bajo mantenimiento.
- Terminales M10 con inserción por rosca.
- Placas positivas formadas por placa tubular con aleación de plomo de rejilla de selenio.
- Placas negativas formadas por placas con rejilla de aleación de plomo y selenio.
- Vida útil de más de 15 años.
- Más de 1.500 ciclos de descarga profunda.
- Máxima eficiencia de carga.
- Conectores más seguros contra los contactos accidentales.
- Contenedor transparente de alta resistencia SAN.

– **Estructura : FV915**

Estructura de aluminio crudo para instalaciones en cubiertas de hormigón o suelo. En el Kit incluyen toda la perfilería, tornillería y accesorios necesarios para la fijación del módulo fotovoltaico.

Características:

Fabricante: Sunfer Energy

Capacidad: 1 a 20 módulos fotovoltaicos en una fila en vertical

Tamaño del módulo: Soporte válido para paneles solares de 60 células

Medidas maximas del modulo en mm: 1650x1000x(35,40,45,50)

Inclinación del modulo: 25° - 30° -35° regulable

Materiales: Aluminio (EN AW 6005A T6)

Tornillería de acero inoxidable

Instalaciones recomendadas: Cubierta hormigón o suelo



- Inversor : 5Kva 24 híbrid regulador PWH 50A

Ficha Técnica

**- Modelo: 5KVA PK**

- Potencia nominal: 5000VA / 4000W.
- Voltaje de entrada: 24V.
- Rango de voltaje seleccionable: 170-280 VAC (para ordenadores) 90-280 VAC(para electrodomésticos del hogar).
- Rango de frecuencia: 50Hz/60Hz (detección automática).
- Regulación del voltaje de salida (modo batería): 230 VAC  $\pm$ 5%
- Potencia máxima (picos de arranque): 10000VA.
- Eficiencia: 90%.
- Tiempo de transferencia: 10 ms (para ordenadores) 20 ms (para electrodomésticos).
- Tipo de onda: Onda sinusoidal pura.
- Voltaje máximo del circuito abierto panel fotovoltaica 105VDC
- Tensión de la batería: 24V.
- Voltaje de carga en flotación: 27V.
- Protección por sobrecarga: 32V.
- Corriente de carga del regulador: 50A PWM.
- Corriente de AC carga: 60A.
- Consumo de energía en stand-by: 2W.
- Medidas: 180 x 310 x 475 mm
- Peso: 13 Kg
- Trae Placa de paralelos Funcion de conectar maximo 6 Aparato en paralelos Aumente hasta 30000va (24000w)continua 300A

- Cablejat exterior : RZ1-K 120 mm<sup>2</sup>

**Características**

<b>Referencia:</b>	<b>RZ1-K 1X120 mm2</b>
<b>Aislamiento</b>	0,6/1Kv
<b>Material</b>	Cobre
<b>Sección</b>	120 mm2
<b>Tipo de cable</b>	CPR Libre Halogenos

**Normativa**

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

## 16.2. Càlculs cargues tèrmiques

Primer de tot es calcula la pèrdua de calor sensible per la transmissió a través dels tancaments( $Q_{stm}$ ) mitjançant la eq.2:

$$Q_{stmv} = 2.5586 * 10.32(294 - 270) = 633.71 \text{ W}$$

$$Q_{stmm} = 0.81 * 78.68(294 - 270) = 1529.54 \text{ W}$$

$$Q_{stmp} = 0.90 * 2 * (294 - 270) = 43.2 \text{ W}$$

$$Q_{stm} = 633.71 + 1529.54 + 43.2 = \mathbf{2206.45 \text{ W}}$$

Posteriorment amb l'eq.3 i 4 es calcula la pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior( $Q_{si}$ ).

$$V = 91 * 3 = 273 \text{ m}^3$$

$$V_{ae} = 273 * 0.7 = 191.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{si} = 191.1 * 0.33(297 - 270) = \mathbf{1513.512 \text{ W}}$$

El guany de calor sensible per aportacions internes permanents el depreciam per tal de calcular el pitjor de tots els casos, és a dir,

$$Q_{saip} = \mathbf{0 \text{ W}}$$

Els suplementes tampoc es considera ja que la vivenda no té un ús de 24 hores al dia, ni tampoc es considera ja que a la eq.2 ja es considerant tots els tancaments com a exteriors. Per tant,

$$F = \mathbf{0 \text{ W}}$$

Per últim mitjançant l'eq.7 determinem la pèrdua de calor sensible per aire de ventilació.

On  $V_v$  la determinem mitjançant el CTE DB-HS 3 on el caudal d'aire exterior necessari per la ventilació de l'habitatge és de 78l/s, que passant-ho a  $\text{m}^3/\text{h}$

$$V_v = \frac{78\text{l}}{\text{s}} * \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} = 280.8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Per tant,

$$Q_{sv} = 280.8 * 0.33(294 - 270) = \mathbf{2223.94 \text{ W}}$$

Una vegada tenim totes les dades calculem la càrrega tèrmica de calefacció mitjançant l'eq.1:

$$Q_{ct} = (2206.45 + 1513.512 - 0)(1 + 0) + 2223.94 = \mathbf{5943.9 \text{ W}}$$

Un cop tenim la càrrega tèrmica de calefacció, calculem la de refrigeració.

Mitjançant l'eq.9 trobem la calor per radiació a través del vidre.

Per determinar la calor per radiació a través del vidre busquem a la taula 15 dels annexes d'on trobem la radiació màxima.  $R = 439 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2$  on posteriorment es fa el pertinent factor de conversió i ens dona que  $R = 510.56 \text{ W/m}^2$ .

També determinem el factor d' emmagatzematge segons la taula 9 dels annexes en orientació SO, ja que és la més restrictiva.

Un cop tenim aquets valors trobem Qsr.

$$Q_{sr} = 510.56 * 10.32 * 0.27 * 0.22 * 0.7 = 219.08 W$$

El següent pas és calcular la calor per transmissió i radiació a traves de les parets i els sostres exteriors.

Primer es calcula el Qstr de les parets exteriors mitjançant l'eq.11 i 12.

El coeficient corrector, a:

T° estiu màxima (31) - 8 = 23 °C → 23-25(temperatura que volem a l'estiu) = -2°C, aleshores mitjançant la taula 20.A determinem el valor de a = -8.5

Els següents valors a determinar seran la diferencia equivalent de temperatura pels tancaments en ombra (DETs) i pels tancaments solejats (DETm), que els obtindrem mitjançant la taula 19 dels annexes. Obtenint que DETs = 0 i DETm = 6.7.

Després determinarem que el color dels murs exteriors son de color mig i, per tant, el valor de b = 0.78.

Mitjançant la taula 15 dels annexes trobarem els valors Rs = 423 Kcal/h\*m² i Rm = 444 Kcal/h\*m².

Un cop tenim tots els valor calculem el Qstr de les parets exteriors.

$$DET_p = -8.5 + 0 + 0.78(423/44)(6.7 - 0) = 3.5 ^\circ C$$

$$Q_{strp} = 0.8141 * 78.68 * 3.5 = 224.2 W$$

Per trobar el Qstr del sostre, es repetirà el mateix procediment però el DETs i DETm es determinaran mitjançant la taula 20 dels annexes i el color del sostre serà fosc, b=1.

$$DET_{so} = -8.5 + (-0.5) + 1(423/444)(15.6 - (-0.5)) = 16.17^\circ C$$

$$Q_{strs} = 0.8141 * 91 * 16.17 = 1198 W$$

Un cop tenim els dos valors, calculem el Qstr total.

$$Q_{str} = 224.2 + 1198 = 1422.2 W$$

Per poder calcular el Qstm mitjançant l'eq.13, s'haurà de calcular primer el Qstm del sostre, del vidre, del mur i de la porta.

$$\begin{aligned} Q_{stms} &= 0.90 * 91 * (304 - 298) = 491.4 W \\ Q_{stmm} &= 0.8141 * 78.68 * (304 - 298) = 384.32 W \\ Q_{stmv} &= 2.5586 * 10.32 * (304 - 298) = 158.43 W \\ Q_{stmp} &= 0.9 * 2 * (304 - 298) = 10.8 W \end{aligned}$$

$$Q_{stm} = 491.4 + 384.32 + 158.43 + 10.8 = 1044.95 W$$

Mitjançant l'eq.14 i 15 determinem  $Q_{si}$ , on  $V_{ae}$  s'obté de la mateixa manera que en el càlcul de carregues tèrmiques en calefacció, per tant,  $V_{ae} = 191.1$ .

$$Q_{si} = 191.1 * 0.33(304 - 2989) = 378.38 W$$

Per calcular el  $Q_{sai}$ (eq.16), determinem que el  $Q_{sil} = 5W/m^2$ , el  $Q_{sp} = 130W/persona$  i que el  $Q_{sad} = 500 W$  (la suma de tots els guanys interns de calor dels aparells diversos de l'habitatge). Per tant,

$$Q_{sai} = (5 * 91) + (130 * 4) + 500 = 1475 W$$

Com en l'apartat de carregues tèrmiques en calefacció en l'eq.17  $V_v = 280.3$ . Per tant,

$$Q_{sv} = 280.3 * 0.33(304 - 298) = 555 W$$

Un cop determinades totes les incògnites, calculem la  $Q_{st}$  (Eq.9)

$$Q_{st} = 219.08 + 1422.2 + 1044.95 + 378.38 + 1475 + 555 = 5094.61 W$$

Per últim, calculem la  $Q_{lt}$  (Eq.18), per determinar el  $Q_r$ (Eq.8).

Per calcular la  $Q_{lt}$ , primer hem de calcular el  $Q_{li}$ (Eq.19 i 20), on les humitats absolutes tan interiors com exteriors les obtenim del diagrama psicomètric.  $W_e = 16.1gw/kg$  i  $W_i = 10gw/kg$ . Per tant,

$$Q_{li} = 191.1 * 0.84(16.1 - 10) = 978.68 W$$

Seguidament, calculem el  $Q_{lai}$ (Eq.21), on determinem que  $Q_{lp} = 60W$  i  $Q_{lad} = 350 W$ .

$$Q_{lai} = 60 + 350 = 410 W$$

Per últim, calculem el  $Q_{lv}$ (Eq.22)

$$Q_{lv} = 280 * 0.84(16.1 - 10) = 1436.26 W$$

Un cop tenim totes les incògnites, resollem  $Q_{lt}$ (Eq.18),

$$Q_{lt} = 978.68 + 410 + 1436.26 = 2824.94 W$$

Un cop tenim tan el  $Q_{st}$  i el  $Q_{lt}$  calculem el  $Q_r$ (Eq.8),

$$Q_r = 5094.61 + 2824.94 = 7919.55 W$$

## 16.2.1 Taules pels càlculs de les carregues tèrmiques.

TABLA 9. FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO.

Dispositivos con elementos de sombra interiores\*  
Funcionamiento de 16 horas diarias, Temperatura interior constante\*\*

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO (***) (kg por m <sup>2</sup> de superficie de suelo)	HORA SOLAR																			ORIENTACIÓN (Latitud Sur)
		MAÑANA											TARDE								
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
NE	750 y más 500 150	0,53 0,53 0,56	0,64 0,65 0,77	0,59 0,61 0,73	0,47 0,50 0,58	0,31 0,33 0,36	0,25 0,27 0,24	0,24 0,22 0,19	0,22 0,21 0,17	0,18 0,17 0,15	0,17 0,16 0,13	0,16 0,15 0,12	0,14 0,13 0,11	0,12 0,11 0,07	0,09 0,08 0,04	0,08 0,07 0,02	0,07 0,06 0,02	SE			
E	750 y más 500 150	0,47 0,46 0,47	0,63 0,63 0,71	0,68 0,70 0,80	0,64 0,67 0,79	0,54 0,56 0,64	0,38 0,38 0,42	0,27 0,27 0,25	0,25 0,24 0,19	0,20 0,20 0,16	0,18 0,18 0,14	0,17 0,16 0,11	0,15 0,14 0,09	0,12 0,12 0,07	0,10 0,09 0,04	0,09 0,08 0,02	0,08 0,07 0,02	E			
SE	750 y más 500 150	0,14 0,11 0,02	0,37 0,35 0,31	0,55 0,53 0,57	0,66 0,66 0,75	0,70 0,72 0,84	0,68 0,69 0,81	0,58 0,61 0,69	0,46 0,47 0,50	0,27 0,29 0,30	0,24 0,24 0,20	0,21 0,21 0,17	0,19 0,18 0,13	0,16 0,15 0,09	0,14 0,12 0,05	0,12 0,10 0,04	0,11 0,09 0,03	NE			
S	750 y más 500 150	0,19 0,16 0,12	0,18 0,14 0,23	0,34 0,31 0,44	0,48 0,46 0,64	0,60 0,59 0,77	0,68 0,69 0,86	0,73 0,76 0,88	0,74 0,70 0,82	0,64 0,69 0,56	0,59 0,59 0,50	0,42 0,45 0,24	0,24 0,26 0,16	0,22 0,22 0,11	0,19 0,18 0,08	0,17 0,16 0,05	0,15 0,13 0,04	N			
SO	750 y más 500 150	0,22 0,20 0,08	0,21 0,19 0,08	0,20 0,18 0,09	0,20 0,17 0,09	0,32 0,31 0,24	0,47 0,46 0,47	0,60 0,60 0,67	0,63 0,66 0,81	0,66 0,70 0,86	0,61 0,64 0,79	0,47 0,50 0,60	0,23 0,26 0,26	0,19 0,20 0,17	0,18 0,20 0,12	0,16 0,15 0,08	NO				
O	750 y más 500 150	0,23 0,22 0,12	0,23 0,21 0,10	0,21 0,19 0,10	0,21 0,19 0,10	0,20 0,17 0,10	0,19 0,16 0,10	0,18 0,15 0,09	0,25 0,23 0,19	0,36 0,36 0,42	0,52 0,54 0,65	0,63 0,66 0,81	0,65 0,68 0,85	0,55 0,60 0,74	0,22 0,25 0,30	0,19 0,20 0,19	0,17 0,17 0,13	O			
NO	750 y más 500 150	0,21 0,19 0,12	0,21 0,19 0,11	0,20 0,18 0,11	0,19 0,17 0,11	0,18 0,16 0,11	0,18 0,16 0,11	0,17 0,16 0,11	0,16 0,15 0,10	0,16 0,16 0,17	0,33 0,34 0,39	0,49 0,52 0,63	0,61 0,65 0,80	0,60 0,63 0,79	0,19 0,23 0,28	0,17 0,18 0,18	0,15 0,12 0,12	SO			
N y sombra	750 y más 500 150	0,23 0,25 0,07	0,58 0,46 0,22	0,75 0,73 0,69	0,79 0,78 0,80	0,80 0,82 0,86	0,80 0,82 0,93	0,81 0,83 0,94	0,82 0,84 0,95	0,83 0,85 0,97	0,84 0,87 0,98	0,86 0,88 0,98	0,87 0,89 0,99	0,88 0,90 0,99	0,39 0,40 0,35	0,35 0,34 0,23	0,31 0,29 0,16	S y sombra			

Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot  
Guifré Oso Rosanes

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)																	
kcal/h × (m² de abertura)																	
40°		40°															
0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	87	34	32	35	38	38	38	38	38	35	32	34	88	S	22 Diciembre	
	NE	320	380	303	186	81	38	38	38	38	35	32	27	16	SE		
	E	341	434	439	385	257	110	38	38	38	35	32	27	16	E		
	SE	138	238	295	301	266	192	92	38	38	35	32	27	16	NE		
	S	16	27	32	35	38	38	38	38	35	32	27	27	16	N		
22 Julio y 21 Mayo	SO	16	27	32	35	38	38	38	38	35	32	27	27	16	NO		
	O	16	27	32	35	38	38	38	38	35	32	27	27	16	O		
	NO	16	27	32	35	38	38	38	38	35	32	27	27	16	SO		
	Horizontal	84	222	342	485	569	625	642	629	549	485	363	222	84	Horizontal		
		65	36	32	35	38	38	38	38	35	32	27	27	16	S		
22 Septiembre y 22 Marzo	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	SE		
	E	320	476	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	E		
	SE	148	260	322	328	288	222	113	40	38	35	32	27	13	NE		
	S	13	27	35	38	38	38	38	38	35	32	27	27	13	N		
	SO	13	27	35	38	38	38	38	38	35	32	27	27	13	NO		
24 Agosto y 20 Abril	O	13	27	35	38	38	38	38	38	35	32	27	27	13	O		
	NO	13	27	35	38	38	38	38	38	35	32	27	27	13	SO		
	Horizontal	65	198	341	483	530	610	631	610	530	463	341	198	65	Horizontal		
		19	21	29	35	38	38	38	38	35	32	27	27	13	S		
		184	276	222	124	43	38	38	38	35	32	27	27	13	SE		
22 Diciembre	NE	227	398	439	293	273	122	38	38	38	35	32	27	8	E		
	E	132	284	374	386	377	290	179	67	38	35	32	27	8	NE		
	SE	8	21	35	38	38	38	38	38	35	32	27	27	8	N		
	S	8	21	29	35	38	38	38	38	35	32	27	27	8	NO		
	SO	8	21	29	35	38	38	38	38	35	32	27	27	8	O		
21 Noviembre y 21 Enero	O	8	21	29	35	38	38	38	38	35	32	27	27	8	SO		
	NO	8	21	29	35	38	38	38	38	35	32	27	27	8	Horizontal		
	Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24			
		0	13	24	32	35	38	38	38	35	32	24	13	0	S		
		0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SE		
23 Octubre y 20 Febrero	NE	0	214	404	372	268	122	38	35	35	32	24	13	0	E		
	E	0	237	390	439	425	360	244	111	38	35	32	24	13	NE		
	SE	0	32	119	219	298	330	328	298	219	119	32	24	13	N		
	S	0	13	24	32	38	38	38	38	35	32	27	27	13	NO		
	SO	0	13	24	32	38	38	38	38	35	32	27	27	13	O		
21 Junio	O	0	13	24	32	35	38	38	38	35	32	27	27	13	SO		
	NO	0	13	24	32	35	38	38	38	35	32	27	27	13	Horizontal		
	Horizontal	0	57	181	336	434	477	496	477	414	336	181	57	0			
		0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	S		
		0	94	89	32	29	12	32	32	29	27	16	5	0	SE		
21 Mayo y 23 Julio	NE	0	246	317	330	238	103	22	32	29	27	16	5	0	E		
	E	0	219	358	336	442	390	290	150	54	27	16	5	0	NE		
	SE	0	5	160	282	371	417	429	417	371	282	160	5	0	N		
	S	0	5	16	27	34	370	290	390	442	336	282	219	5	NO		
	SO	0	5	16	27	34	370	290	390	442	336	282	219	5	O		
22 Diciembre	O	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	SO		
	NO	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	Horizontal		
	Horizontal	0	21	78	173	273	333	349	333	273	173	78	21	0			
		0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	S		
		0	0	32	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	SE		
21 Junio	NE	0	0	246	271	200	89	29	27	24	19	8	0	0	E		
	E	0	0	295	290	423	390	314	189	75	19	8	0	0	NE		
	SE	0	0	160	282	377	428	430	428	377	282	160	0	0	N		
	S	0	0	8	19	73	189	314	390	423	390	295	0	0	NO		
	SO	0	0	8	19	24	27	29	89	200	271	246	0	0	O		
21 Enero	O	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	22	0	0	SO		
	NO	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	22	0	0	Horizontal		
	Horizontal	0	0	43	118	198	249	279	249	198	118	43	0	0			
		0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	S		
		0	0	19	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	SE		
22 Diciembre	NE	0	0	195	233	184	84	27	27	24	16	5	0	0	E		
	E	0	0	238	363	481	383	311	198	81	19	5	0	0	NE		
	SE	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0	N		
	S	0	0	5	19	81	198	311	383	401	363	238	0	0	NO		
	SO	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	19	0	0	O		
21 Junio	O	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	19	0	0	SO		
	NO	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	19	0	0	Horizontal		
	Horizontal	0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0			
		0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0	S		
		0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0	SE		



Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot  
Guifré Oso Rosanes

**TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)**  
Muros soleados o en sombra\*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																												
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5					
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1					
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5					
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7						
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2					
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2					
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	12,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5					
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8					
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4					
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5					
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2					
	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3					
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5					
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5					
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2						
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3					
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5					
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,1					
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3					
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4					
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5					
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5					
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4					
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,8					
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	12,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5					
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	2,8	2,2					
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0					
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1					
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1					
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5					
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	1,1					
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5					
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		HORA SOLAR																												

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)  
 TECHO SOLEADO O EN SOMBRA\*  
 Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

CONDICIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																												
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7	0	-0,5	-0,5	-1,7	-1,7
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,9	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8
Cubierto de agua	400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4
	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,									

# Sistema energètic sostenible i autosuficient d'una habitatge a Olot Guifré Oso Rosanes

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
- 16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,3	-28,8	-29,3	-29,8			
- 12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,3	-24,8	-25,3	-25,8			
- 8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,3	-20,8	-21,3	-21,8			
- 4	- 9,2	- 9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,3	-16,8	-17,3	-17,8			
0	- 5,0	- 5,5	- 6,1	- 6,6	- 7,1	- 7,6	- 8,0	- 8,5	- 8,9	- 9,4	- 9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,1	-12,6	-13,1	-13,6			
+ 2	- 3,1	- 3,6	- 4,2	- 4,7	- 5,2	- 5,6	- 6,1	- 6,6	- 7,0	- 7,5	- 7,9	- 8,4	- 8,9	- 9,3	- 9,8	-10,2	-10,7	-11,2	-11,7			
+ 4	- 1,1	- 1,6	- 2,2	- 2,7	- 3,2	- 3,6	- 4,1	- 4,6	- 5,0	- 5,5	- 5,9	- 6,4	- 6,9	- 7,3	- 7,8	- 8,2	- 8,7	- 9,2	- 9,7			
+ 6	0,8	0,3	0,3	- 0,8	- 1,3	- 1,7	- 2,2	- 2,7	- 3,1	- 3,6	- 4,0	- 4,5	- 5,0	- 5,4	- 5,9	- 6,3	- 6,8	- 7,2	- 7,8			
+ 8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	- 0,7	- 1,1	- 1,6	- 2,0	- 2,5	- 3,0	- 3,4	- 3,9	- 4,3	- 4,8	- 5,2	- 5,8			
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	- 0,1	- 0,6	- 1,1	- 1,5	- 2,0	- 2,4	- 2,9	- 3,3	- 3,9			
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	- 0,1	- 0,7	- 1,2	- 1,7	- 2,2			
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,3	0,2			
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,3	1,8			
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,3	3,8			
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,3	5,8			
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,4	7,9			

## 16.3. Càlcul demanda energètica

Per tal de determinar la demanda energètica que es precisa per subministrar a l'habitatge per cobrir totes les necessitats elèctriques, s'ha multiplicat el temps de funcionament de l'aparell durant un mes per la seva potencia, és a dir, que el

$$Consum = Potencia \times temps \text{ (KWh)}$$

S'ha fet un consum mig entre els mesos d' Octubre fins al Maig i un altre consum mig dels mesos de Juny fins Setembre (taula 8).